

Teemu Poutiainen

Excel-laskuri LV-tarjouslaskentaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

04.03.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Teemu Poutiainen Excel laskuri LV-tarjouslaskentaan 42 sivua + 3 liitettä 4.3.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	yksikönpäällikkö Jukka-Pekka Jäppinen lehtori Jyrki Viranko
<p>Insinööritöön tavoitteena oli luoda Caverion Suomi Oy:n Asunnot yksikölle tarjouslaskentaan pikalaskentatyökalu. Työkalu sisältää keskiarvoja tavallisimpien saneerauskohteiden putki- ja materiaalmassoista. Työkalusta saadaan helposti tulostettua massalistat varsinasta tarjouslaskentaa varten. Saadut tulokset syötetään yrityksen käytössä olevaan laskentaohjelmistoon.</p> <p>Projektityökalua varten tutkittiin yrityksessä aikaisemmin laskettujen kohteiden materiaali-massoja. Niiden perusteella pääteltiin keskiarvoja, jotka syötettiin osaksi työkalua.</p> <p>Ensimmäisessä osiossa tutkitaan linjasaneeraushankkeen kulkua urakoitsijan näkökulmas-ta, sekä käydään läpi yleisimmät vaiheet linjasaneeraushankkeesta. Toinen osio keskittyy työkalun esittelyyn vaihevaiheelta. Tämän jälkeen sitä kokeillaan käsin laskettuihin kohtei-siin, sekä verrataan saatuja tuloksia. Ensimmäisessä kohteessa työkalulla saatiin liian vä-hän materiaalia ja toisessa liikaa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kustannusten arviointityökalu, jolla saadaan helposti arvioitua suun-taa antava materiaalistaus. Uskoisin, että työkalu ei ole vielä valmis käytettäväksi yksi-nään.</p>	
Avainsanat	LVI, talotekniikka, tarjouslaskenta

Author Title Number of Pages Date	Teemu Poutiainen Excel tool for HVAC BoQ 42 + 3 appendices 4 March 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Jukka-Pekka Jäppinen, Head of unit Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor´s thesis was to create a program for the calculation of an HVAC bill of quantities particularly for pipe renovations in residential buildings. The aim of the program was to speed up cost calculation by finding out similarities in materials between different buildings.</p> <p>Background information was searched in professional HVAC literature. A previously calculated bill of quantities was used as a basis for the program. Also, knowledge of MS Excel was required; therefore, literature about MS basics was studied.</p> <p>The result of thesis is a calculation program that speeds up the tender calculation process. However, the calculator is not fully accurate yet. Although the program cannot be used for the final bill of quantities yet, it can deliver quick evaluations to be used for tender calculations.</p>	
Keywords	tender calculation, HVAC, bill of quantities

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Linjasaneeraus	2
2.1	Tilaukanta	2
2.2	Yleistä	2
2.3	Linjasaneerauksen vaiheet	3
2.3.1	Hanke-ehdotus	3
2.3.2	Hankesuunnittelu	4
2.3.3	Hankeohjelma	6
2.3.4	Toteutussuunnittelu	7
2.3.5	Urakoitsijoiden valinta ja urakkasopimus	7
3	Tarjouslaskennan aputyökalu linjasaneerauksien tarjouslaskentaan	11
3.1	Tarvittavat lähtötiedot	11
3.2	Kellarikerrokset	12
3.3	Nousujohdot	12
3.3.1	Vesijohdot	12
3.3.2	Viemärit	14
3.4	Asuinkerrokset	15
3.4.1	Vesijohdot	15
3.4.2	Viemärit	16
3.4.3	Vesikalusteet	17
3.4.4	Vesimittarit	18
3.4.5	Vuodonilmaisimet	19
3.4.6	Erilliset wc-tilat	20
3.5	Ullakko	20
3.6	Lämpöjohdot	21
4	Laskentaohjelman vertaileminen	23
4.1	As Oy Satorinne	23
4.1.1	Vesijohtonousut	23
4.1.2	Kerrosvesijohdot sekä venttiilit	25
4.1.3	Huoneistokohtaiset vesimittarit	26
4.2	As Oy Aallonhuippu 10-12	28

4.2.1	Nousuviemärit	28
4.2.2	Vaakakokoojaviemärit	30
4.2.3	Palomansetit	31
4.2.4	Tuuletusviemärit	33
4.2.5	Nousuvesijohdot	34
4.2.6	Kerrosvesijohdot ja venttiilit	35
4.2.7	Huoneistokohtaiset vesimittarit	36
4.2.8	Lämpöpattereiden uusinta	38
4.2.9	Linja- ja patteriventtiileiden uusinta	39
5	Yhteenveto ja päätelmät	41
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Korjaushankkeen keskeiset asiakirjat	
	Liite 2. LVI-suunnitelmien linjapiirustuksen malli.	
	Liite 3. Mallikylpyhuoneen projektio	

Käsitteet

aliurakoitsija	Yritys, joka on sopimussuhteessa pääurakoitsijan kanssa. Ei suoraa sopimussuhdetta rakennuttajaan.
hanakulmarasia	Muovivesijohdon kytkentäliitin, joka asennetaan seinän sisälle. Tästä voidaan jatkaa putkea hanalle tai muulle laitteelle.
kokonaisurakka	Rakennus- tai LVI-urakoitsija toimii koko linjasaneeraus-hankkeen toteuttamisesta vastaavana urakoitsijana.
kuntoarvio	Esimerkiksi rakennus-, LVI- ja sähköasiantuntijoiden tekemä silmämääräinen tarkastus, joka tehdään rakenteita rikkomatta. Tarkastus paljastaa asuinkiinteistön kunnon. Sisältää myös kustannusarvion.
linjasaneeraushanke	Asunto-osakeyhtiön peruskorjaus- tai perusparannushanke, jossa uusitaan tai korjataan kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto, sekä mahdollisesti rakennuspintoja.
LVI-TES	LVI-alan työehtosopimus, jossa on määritelty palkkaustavat.
pääsuunnittelija	Suunnittelun laadusta ja kokonaisuudesta vastaava pätevä henkilö, joka varmistaa suunnittelun kokonaisuuden.
pääurakoitsija	Yritys, joka on allekirjoittanut sopimuksen koskien esimerkiksi linjasaneeraushanketta sekä vakuuttanut kantavansa vastuun koko urakan loppuun saattamisesta kaikkineen vastuineen.
talotekniikka	Käsittää kiinteistöjen teknisten laitteiden, järjestelmien sekä palvelujen kokonaisuuden. Koostuu lämpö-, vesi-, sähkö- ja rakennusautomaatiojärjestelmistä.

tilaaja	Urakoitsijan sopimuskumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen. Tilaajana voi toimia rakennuttaja tai asunto-osakeyhtiö.
urakoitsija	Tilaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut aikaansaamaan sopimusasiakirjoissa määritellyn työn tuloksen.

1 Johdanto

Tarjouslaskenta on urakoinnissa tärkeä, ellei jopa tärkein vaihe. Se on aikaa vievää työtä. Se aiheuttaa yritykselle kustannuksia, vaikka yritystä ei valittaisi urakoitsijaksi. Yrityksemme on aloittanut kilpailemisen linjasaneerauskohteiden pääurakoinnin osalta. Tämä opinnäytetyö on seuraus siitä, että yrityksessä halutaan päästä kiinni suurempiin massoihin keveämmillä kustannuksilla. Ajatuksena on, että 50-, 60- ja 70-luvun kerrostalojen huoneistot ovat toistensa kopioita. Laskennan aputyökalun tarkoituksena on juuri se, että sillä voitaisiin arvioida samanlaisten huoneistojen kerrosmassat tarpeeksi tarkasti, nopeasti ja helposti. Tästä syystä yrityksessämme heräsi ajatus, että tarjouslaskentaa LV:n osalta voitaisiin keventää juuri sillä, että haettaisiin jo lasketuista kohteista toistuvuutta ja kertoimia viemäreiden, vesijohtojen sekä patteriventtiilien osalta nousulinjojen määriin nähden. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ei ole selvittää materiaalien eikä töiden hintoja. Tarkoituksena on ainoastaan selvittää materiaalien määrät. Saadut materiaalit syötetään yrityksen käytössä olevaan laskentaohjelmaan.

Työn alussa esittelen perinteisen linjasaneeraushankkeen vaiheet urakoitsijan näkökulmasta. Edetessään se tulee esittelemään vaihe vaiheelta aputyökalun rakenteen sekä laskentatulosten muodostumisen. Lopussa tulen kokeilemaan laskentatyökalun toimivuutta normaalisti laskettuihin kohteisiin. Laskurin avulla saatavaa massaa verrataan tarjouslaskijan muodostamaan massaan.

Työ tehdään Caverion Suomi Oy:lle, ja tarkoituksena on, että tarjouslaskija tulee käyttämään työkalua ainoastaan massojen, esimerkiksi kerrosviemäreiden määrien selvittämiseen. Saatavat putki- ja osamäärät syötetään yrityksen käytössä olevaan laskentaohjelmistoon, joka laskee työt ja hinnat sekä muut kulut. Opinnäytetyön idea tuli Caverion Suomi Oy:n Asunnot yksikönpäälliköltä Jukka-Pekka Jäppiseltä. Hän toimii minun työpaikkaohjaajana yrityksen puolelta.

Caverion Suomi Oyj kuuluu kansainväliseen Caverion-konserniin. Caverion konsernilla on kahdessatoista Euroopan maassa toimintaa. Caverion Suomi Oyj:llä on Suomessa noin 5 000 henkilöä ja liikevaihto oli 521 miljoonaa euroa vuonna 2014. Caverion on omalla alallaan yksi Suomen suurimmista toimijoista. [7]

2 Linjasaneeraus

2.1 Tilauskanta

Nykyään kerrotaan, että Suomi elää muiden maiden tavoin laskusuhdanteessa, osa rohkeimmista saattaa puhua jopa lama-ajasta. Tämä yleensä tarkoittaa suoraan sitä, että asuntotuotanto hidastuu tai jopa pysähtyy. Asuntoja ei kannata tehdä, jos niitä ei kukaan osta. Tämä ei vielä ainakaan näy rakennuslupien määrässä. Tilastokeskuksen vuoden 2015 elokuun julkistuksen mukaan rakennuslupia on myönnetty 5,5 % enemmän verrattuna edelliseen vuoteen. Lopullinen tilasto valmistuu 22.1.2016. [9]

Isoissa rakennusliikkeissä on huomattu mahdollisuudet saada töitä korjausrakentamisen puolelta, kun uudistuotanto on hidastunut. Meillä Suomessa tämänhetkinen rakennuskanta on tulossa käännekohtaan korjauksien osalta. Olemassa olevissa rakennuksissa on iso raha sijoitettuna, jolloin on tärkeitä pitää niitä hyvässä kunnossa. Iso osa rakennuksien peruskorjauksen tarpeesta ajoittuu 5–10 vuoden sisään.

Tilastokeskus on teettänyt tutkimuksen talonrakennusalan yrityksistä, johon osallistui n. 1 000 yritystä, jotka työllistävät vähintään viisi henkilöä. Tutkimukseen vastanneiden yritysten mukaan urakoiden arvo oli 14,9 miljardia euroa. Näistä töistä korjausrakentamisen suuruus oli 6,6 miljardia euroa. Urakoista 55 prosenttia oli asuinrakennuksien korjauksia. [1]

2.2 Yleistä

Tässä osiossa käyn asioita omistusasuntojen osalta. Osiossa ei käsitellä vuokra-asuntojen saneerausta. Asunto-osakeyhtiön omistamien asuinrakennusten korjaamisella on suuri vaikutus osakkeiden omistajiin, ihmisiin. Omistusasunnon ostaminen on yksi ihmisen suurimmista päätöksistä elämässä. On siis selvää, että päätökset ja hankkeet, jotka liittyvät omaan kotiin, saattavat herättää meissä ihmisissä erilaisia mielipiteitä ja tuntemuksia.

Talotekniikan yritykset ovat heränneet Suomen vanhaan rakennuskannan ikään. Isommilla yrityksillä on kasvanut kiinnostus urakoihin. Nykyään on yleistymässä se, että talotekniikan yritys ottaa pääurakoitsijan roolin linjasaneeraushankkeesta, jolloin

talotekniikan yritys ostaa rakennustyöt aliurakkana. Tällaisissa tapauksissa on mahdollista, että talotekniikan yrityksellä on rakennusalan työnjohtoa, jotka ovat palkattuna talotekniikan yritykseen rakennusalan asiantuntijoiksi. Tällaisia ammatteja on esimerkiksi työpäällikkö, työmaainsinööri sekä vastaava työnjohtaja. Tämä edesauttaa pääurakointiin liittyvien riskien ja työtapojen valvontaa.

Monet isännöitsijät sekä asunto-osakeyhtiöt pitävät linjasaneeraushanketta aiheena pois mielestä ja odottavat hankkeen käynnistämistä liian pitkään, koska ajattelevat remontoinnin olevan tarpeetonta. Odottamalla liikaa putkistot saattavat olla jo niin huonossa kunnossa, että vesivahinkojen riski on kasvanut todella suureksi. On olemassa myös hyvin hoidettuja asunto-osakeyhtiöitä, joilla on olemassa korjaussuunnitelmat. Niissä kaikki nämä on huomioitu ja suunniteltu etukäteen. Kaikkien osapuolien kannalta olisi paras ratkaisu, että asunto-osakeyhtiöissä olisi tiedostettu korjauksien tarve ja rahoitus jo hyvissä ajoin. Mahdollisesti voisi olla jo kerätty vastikkeen muodossa korjausrahaa. Tämä mahdollistaa sen, että suunnittelutyö voidaan tehdä oikein ja mahdollisimman hyvin. Tilanne on usein se, että suunnitelmat tehdään mahdollisimman nopeasti ja halvalla. Tämä johtaa helposti tilanteeseen, missä työt pahimmassa tapauksessa hidastuvat tai loppuvat kokonaan, kun suunnitelmia muutetaan kesken kaiken.

2.3 Linjasaneerauksen vaiheet

2.3.1 Hanke-ehdotus

Asunto-osakeyhtiön hallitus nimitetään äänestyksellä, johon osakkeenomistajilla on äänioikeus. Hallitus on paikalla yhtiökokouksessa mutta tekee paljon muutakin. Se on nimetty vastaamaan siitä, että asunto-osakeyhtiön omistama kiinteistö on terveellinen ja turvallinen käyttää ja että kiinteistön kunnossa ei tapahdu huonontumista. Hallituksen tehtävänä on selvittää kiinteistön korjaustarve sekä niistä muodostuvat kustannukset.

Hallituksen on hyvä tilata ja teettää kuntoarvio yritykseltä, jonka toiminta perustuu juuri tämän palvelun myyntiin. Ensimmäinen tutkimus on hyvä teettää ennen kymmenenvuotisvastuun päättymistä, jolloin saadaan korjausten tarve esille. Seuraava kuntoarvio olisi hyvä tilata seuraavan kerran aikaisintaan viiden vuoden päästä. Tämän jälkeen suunnitelmia tulisi päivittää viiden vuoden välein. [4, s. 22.]

Kuntoarvion tekevä yritys tuottaa tuloksista ja päätelmistä yhteenvedon, jolla voidaan esitellä korjaustarve, korjaustarpeen korjausehdotukset ja kustannusarviot osakkaille. Hallituksen tulee sisäistää todellinen tarve ja tarvittavat päätökset hyvin, jolloin he voivat esitellä kuntoarvion tulokset sekä rakennusten korjaustarpeet vakuuttavasti osakkaille.

Nykyaikana julkisuudessa ja mediassa puhutaan paljon yleistyvistä putkiremonteista, ja tulee ihmisille helposti vääristynyt kuva putkiremonttien vaikeuksista sekä ongelmakohdista. Harvoin kuulee ihmisten puhuvan kaikista niistä positiivisista asioista, mitä remontit aiheuttavat. Urakoitsijoita ja alalla toimijoita helposti arvostellaan aiheettomasti. Tämä aiheuttaa sitä, että putkiremonteista puhuminen ja niiden käynnistäminen jätetään mahdollisimman myöhäiseksi. [4, s. 25.]

On tärkeätä, että hallitus osaa valmistaa osakkaita tulevaan putkiremonttiin taloudellisesti sekä toisena tärkeänä asiana osoittaa, että sitä voidaan hallita ja hankkeen tulokset ovat positiivisia. Näiden isojen päätösten perusteella käynnistetään mahdollinen hankesuunnittelu. [4, s. 26.]

2.3.2 Hankesuunnittelu

Tämä on vaihe, jossa ensimmäisen kerran hahmotellaan taloyhtiön sisällä olevaa halua ja tarvetta konkreettisempaan muotoon mahdollisen linjasaneerauksen laajuudesta. Yhtiössä jatketaan hanke-ehdotusvaiheessa syntynyttä keskustelua syventämällä osakkaiden ajatuksia mahdollisen hankkeen sisällöstä, laadusta ja aikataulusta. Osakkaiden päätöksentekoa helpotetaan tekemällä väritettyjä leikkauskuvia keittiöistä sekä peruskylpyhuoneista, joissa on sijoiteltuna tulevaa tekniikkaa. Osakkailta on helpompi saada päätöksiä, kun heille esitetään jotain konkreettista. [4, s. 27.]

Hankesuunnittelussa tilaajan tulee määrittää suunnittelijoiden ja mahdollisten konsulttien avulla haluttu hankkeen laajuus. Se määräytyy haluttujen ja välttämättömien korjausten perusteella. On mahdollista, että halutaan muuttaa aikaisemmin tehtyjä muutoksia tai/sekä muokata nykyisiä tiloja paremmin vastaamaan nykytarvetta. Osakkailla teetetyn tarveselvityksen tulokset otetaan huomioon myös suunnittelussa.

Usein tilaajalla on muutamia vaihtoehtoja laajuudelle, mutta kustannukset määräävät rakentamista. Tällöin on mahdollista, että suunnittelu tehdään yhtiön halukkuuden mu-

kaisilla vaihtoehtoilla. Urakkatarjoukset voidaan pyytää molemmilla vaihtoehtoilla. Useimmiten on kaksi erilaista vaihtoehtoa: laaja ja suppeampi. Laajempi vaihtoehto käsittää esimerkiksi asuntojen sisäpuolisia muutostöitä kuten huoneistojen uudelleen remontoimista keittiöiden sekä muun huoneiston osalta. Samassa yhteydessä voidaan parantaa kiinteistöjen energiankulutusta ja lämpöhäviöitä lisäeristyksellä.

Projektille perustetaan organisaatio ja tehdään alustava kustannusarvio. Hankkeen osapuolet selvitetään ja osapuolten vastuut ja velvollisuudet määritetään. On tärkeää, että organisaatio koostuu henkilöistä, jotka ovat motivoituneita ja kiinnostuneita hanketta kohtaan. Ilman toimivaa projektioorganisaatiota on urakoitsijan ja tilaajan miltei mahdoton saattaa projekti kunnialla loppuun. Henkilöiden yhteistyö on erittäin tärkeää näin pitkässä projektissa. Organisaatio koostuu usein yhtiön hallituksesta, joiden avuksi on palkattu rakennusalaan tunteva ammattilaisjoukko. Toinen tapa on perustaa yhtiöön rakennustoimikunta. Siihen valitaan yhtiökokouksessa 3–5 henkilöä, joista 1–2 on hallituksen jäseniä. Kolmas yleinen tapa on se, että yhtiö palkkaa projektinjohtajan yhtiön avuksi. Hän toimii hallituksen edunvalvojana sekä johtaa ja rakennuttaa hallituksen puolesta koko remontin.

Tässä vaiheessa on pääsuunnittelija jo valittu. Hän voi olla joko LVI-suunnittelija tai arkkitehti. Tämä riippuu paljon siitä, minkälaista suunnittelua tarvitaan. Jos on paljon uusien tilojen suunnittelua, vaaditaan arkkitehtia. Hyvin yleinen tapa on, että projektinjohtajalla on ehtona, että hänet valittaessa tulee mukana myöskin pääsuunnittelijakin. Tämä tukee yhteisiä toimintatapoja, ja tällä voidaan varmistaa saumaton yhteistyö.

Yhtiöllä on päätösvalta miten linjasaneeraushanketta edistetään ja millä laajuudella. Päätöksen synnyttyä tiedetään laajuus tulevalle remontille. Tietojen avulla teetetään luonnossuunnitelmat, joiden avulla voidaan arvioida tulevien kustannusten määrää. Kustannuksiin täytyy ottaa huomioon tällaisia kuluja kuten

- laitteiden ja putkistojen kuntotutkimukset
- piirustusten laatiminen
- piirustusten muokkaus sähköiseen muotoon
- mahdollinen tilojen mittaus

- suunnitteluasiakirjojen kopiokulut
- viranomaismaksut
- haitallisten aineiden kartoitus, jos ei ole vielä tehty
- hankesuunnittelun kulut
- valvontaorganisaation kulut
- huoltokirjan teko ja ylläpito
- muutos- ja lisätyövaraus (määrään vaikuttavat suunnitelmien pohjatyö)
- hallinnolliset kulut.

[5, s. 4]

2.3.3 Hankeohjelma

Projektinjohtaja kokoaa hankesuunnitelman arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja taloteknisten suunnittelijoiden sekä hallituksen tai erikseen määrätyn rakennustoimikunnan kanssa. Suunnitelma kootaan rakennuksen korjaushistorian, suunnitelmien ja osakashaastattelujen sekä muun selvitysmateriaalin mukaan, jotka on saatu hankesuunnittelun aikana. [4, s. 36.]

Urakoitsijan näkökannasta olisi tärkeää, että projektinjohtajalla on hyvä näkemys korjausrakentamisen aloilta, jotta suunnitelmasta tulisi kokonaisvaltainen ja kohteen erityiskohtien huomioonottava. Hankesuunnitelmassa kuvataan yksi tapa tehdä korjaustyöt, mutta siinä esitellään myös vaihtoehtoisia tapoja. Siinä vertaillaan lisäksi eri tapojen hyötyjä ja haittoja. [4, s. 37.]

Kohteesta riippuen tulisi vaihtoehtoisten putkien korjausmenetelmien vertailu tehdä hyvin tarkasti jo hyvin aikaisessa vaiheessa. Suunnittelun tässä vaiheessa tehtävä pohjatutkimuksen laajuus ja sen perusteella tehtävät päätökset voivat säästää paljon rahaa toteutusvaiheessa. Tällä hetkellä on trendinä, että yhtiöt haluavat hyödyntää putkien sisäpuolista saneerausta eli sukutusta. Sukitettaessa syntyy helposti piilokuluja, jos jon-

kun putkiosuuden työtä ei pystytäkään suorittamaan vaan putket joudutaan uusimaan. Osakkaille tulisi painottaa päätöksien teossa niiden todellisia hyötyjä ja etuja.

Yhtiön tulee päättää ylimääräisessä yhtiökokouksessa hankeohjelman lopullisesta sisällöstä. Tämä tulee vaikuttamaan osakkaiden elinkaarikustannuksiin hoitovastikkeiden muodossa. Hankeohjelman mukaisesti tehdään tuleva toteutussuunnittelu. Muutoksista jotka tapahtuvat päätetyn hankeohjelman jälkeen, tulee ilmoittaa osakkaille tiedotteella.

2.3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitelma tehdään osakkaiden hyväksymän hankeohjelman mukaisesti. Hankesuunnittelussa keskitytään hankkeen laajuuteen, elinkaarikustannuksiin ja aikatauluihin. Toteutussuunnittelussa keskitytään hyvään tapaan tehdä korjaustyöt. [4, s. 40.]

Suunnittelun kuluessa hankeohjelma muodostuu tarkaksi suunnitelmaksi, jonka pohjalta urakoitsijat voivat osallistua tarjouskilpailuun laskemalla yksiselitteisesti putkiremontista muodostuvan kokonaishinnan. Tarkemmat suunnitelmat tarjousvaiheessa eivät aiheuta kustannusten nousua osakkaille. On olemassa suunnitelmapuutteita, joita ei voida huomioida ja tiedostaa ennen rakenteiden avausta. Nämä puutteet tulisi minimoida.

Toteutussuunnittelun valmiit suunnitelmat koostuvat eri alojen valmiista suunnitelmista sekä työselostuksista ja yhteisestä aputyöliitteestä. Lisäksi suunnitelmiin olisi hyvä sijoittaa alkuperäiset uudisrakennuksen suunnitelmat, työselostukset sekä niihin tehdyt päivitykset.

Putkiremontin toteutussuunnittelusta seuraa tilaajan päätös käynnistää urakoitsijan valintaan johtavat toimet.

2.3.5 Urakoitsijoiden valinta ja urakkasopimus

Urakoitsijan valinnasta käytetään usein nimitystä ”urakoitsijoiden kilpailuttaminen”. Valinta on monesti ainoastaan halvimman urakoitsijan valitsemista. Ajan saatossa on huomattu, että halvimman valinta ei aina ole kaikista kustannustehokkainta. Urakoitsijan valinnassa tulisi huomioida referenssejä, toimitusvarmuutta, ammattitaitoa sekä

laadunohjausta ja yhteistyön edellytyksiä. Tämä takaa hyvän lopputuloksen sekä katkeamattoman yhteistyön.

Tilaaaja valitsee muutaman ehdokkaan omien valintakriteereiden mukaan. Näiden urakoitsijoiden kanssa käydään jatkoneuvottelut, joissa on mahdollista tarkentaa urakansältöä molemmin puolin. Neuvotteluissa käydään läpi urakoitsijan töiden aloitus- ja suoritusajankohta sekä mahdollisen sopimuksen mukainen aikataulu koko hankkeelle. Aikataulu sisältää mahdolliset sakolliset välitavoitteet.

Neuvottelujen jälkeen hallitus on koonnut yhtiökokouksen, joissa he tekevät lopullisen päätöksen urakoitsijasta. Hallitukselle myönnetään lupa tehdä ja allekirjoittaa urakkasopimus urakoitsijan kanssa. Urakoitsija aloittaa osakkaille järjestettävän asukasillan toimeenpanon. Asukasillassa annetaan tietoa osakkaille putkiremontin kulusta ja huomioitavista asioista. Tiedot on järkevä koota osakkaille kansioon (kuva 1).



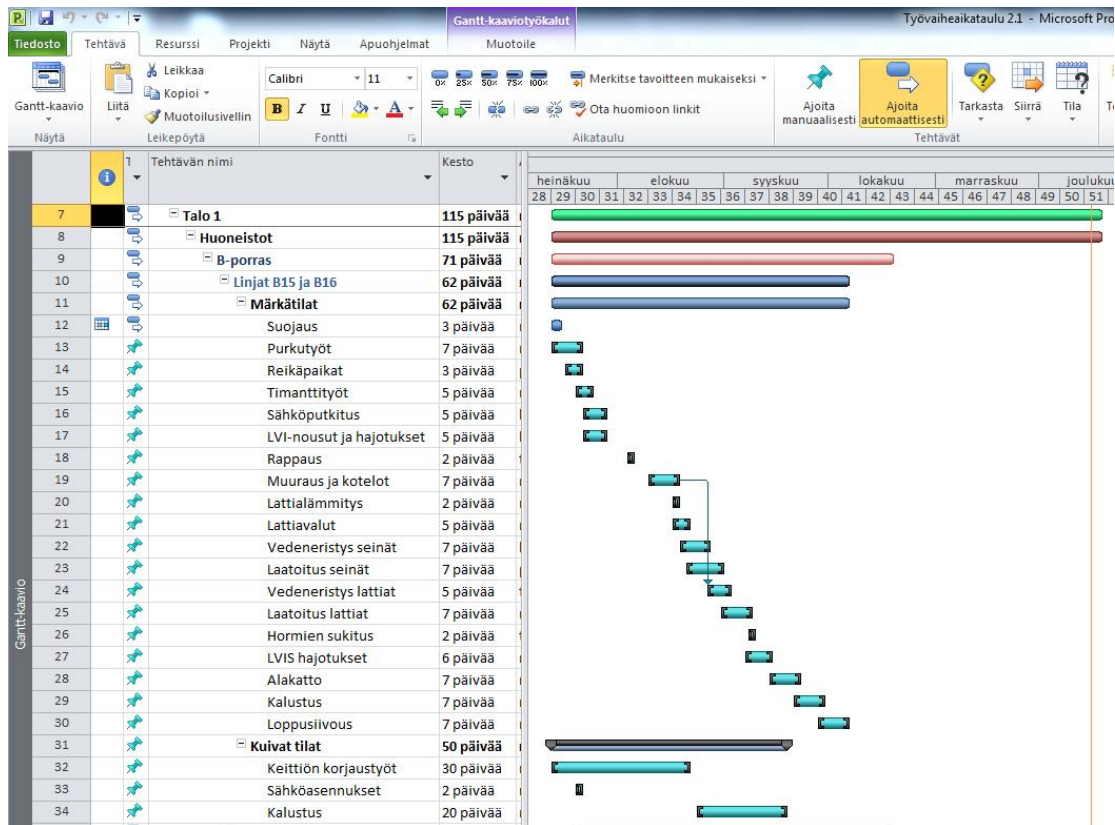
Kuva 1. Caverion Suomen tekemät asukaskansiot.

Sopimuksen kirjoittamisesta alkaa valitun urakoitsijan ja yhtiön sekä mahdollisen projektinjohdon yhteistyö. Työt aloitetaan usein työmaan perustamisella yhtiön tontille. Kerrostalokohteissa pidetään mahdollisuuksien mukaisesti asuntoja sekä varastoja urakoitsijan käytössä. Urakoitsija korjaa tilat käytön jälkeen omilla kustannuksillaan. Asunto-osakeyhtiöissä harvoin on tyhjiä asuntoja, joita urakoitsija voi käyttää omiin tarpeisiinsa. Tällaisissa tapauksissa urakoitsija käyttää usein siirtolavoilla tuotavia työ-

maa- ja merikontteja. Tilan ahtaus tuottaa ongelmia isoissa asutuskeskuksissa. Työmaan perustamisessa tulee huomioida jätteen- ja tavarankuljetuksien järjestäminen.

Työmaalla järjestetään tilaajaorganisaation kanssa tietyn väliajoin työmaakokouksia. Niissä käsitellään työmaan vaiheita ja etenemistä. Tiloissa käydään urakoitsijapalavereita sekä tilaajan kanssa erinäköisiä palavereja. Tilojen on oltava käytännölliset ja hyvät mahdollisesti isollekin porukalle. Pääurakoitsijan on järjestettävä työmaalla työskenteleville työmiehille sosiaalityöt, jotka käsittävät suihkut sekä WC:t ja taukotilat.

Aikataulu yritetään tehdä urakoitsijalle kustannustehokkaaksi. Työvaiheet menevät hieman limittäin aikatauluissa, jolloin eri työvaiheita on sopivasti samaan aikaan. Tämä mahdollistaa sen, että työ pysyy tehokkaana koko ajan eikä tule turhia hetkiä. Kuvasta 2 nähdään perinteinen linjakohtainen työvaiheaikataulu.



Kuva 2. Työvaiheaikataulun rakenne.

Työvaiheet etenevät suunniteltua kaavaa. Ensimmäiseksi linjoissa työt aloitetaan aina tarkalla suojauksella, jota seuraa purkutyö. Tämän jälkeen tulevat putki-, sähkö ja ilmastointiasentajat, jotka suorittavat oman työnsä nopeasti ja tarkasti. Tekniikka-

asennuksien jälkeen lattioihin voidaan tehdä valut. Tästä seuraa tarkka vedeneristystyö ja vesieristysnäytteiden otto. Laatoitustyö tehdään vesieristetyille pinnoille. Viimeisinä vaiheina on pinta- ja kalusteasennukset. Töiden jälkeen linjat tarkastetaan tilaajien toimesta ja tehdään osaluovutus.

Linjojen valmistuttua pidetään rakennusvalvonnan loppukatselmus. Tämän ollessa hyväksytty listataan mahdolliset puutteet. Niiden perusteella tehdään korjaukset. Viimeimpänä on kohteen luovutus tilaajan käyttöön. Tällöin alkaa sovitun pituinen takuu-aika. Kuvasta 3 nähdään linjasaneeraushankkeen vaiheet kuvitettuna.



Kuva 3. Linjasaneeraushankkeen vaiheet urakoitsijan näkökulmasta.

3 Tarjouslaskennan aputyökalu linjasaneerauksien tarjouslaskentaan

3.1 Tarvittavat lähtötiedot

Tarjouslaskija tutustuu laskenta-asiakirjoihin ennen varsinaisen laskennan aloitusta. Aloittaessaan laskentaa laskija tekee muistiinpanot kohteesta, johon hän kerää piirustuksista ja työselostuksesta kohteen perustiedot. Laskentatyökaluun tulee syöttää samoja tietoja. Kuvasta 4 nähdään laskuriin syötettävät tiedot.

Linjasaneeraus hankkeiden LV-työkalu **Caverion**

Kohde: As Oy Satorinne
 Osoite: Ohrakuja 3, 01370 vantaa
 Rakennuttaja: As Oy Satorinne
 Tilaaja: Isännöitsijä toimisto
 Piirustusluettelon päiväys: 30.10.2015

Asuntojen lkm: 66
 m2: 3418
 Asuinkerrosten lkm: 6
 Portaiden lkm: 2
 Rakennusten lkm: 2
 Kylpyhuoneiden lkm: 66
 Erilliset WC:t ☐ Kyllä/Ei
 Lukumäärä:
 Ullakko ☐ Kyllä/Ei

Viemärit
 Viemärinousujen lkm: 0
 Sadevedet K/E: ☐ Kyllä/Ei
 Sadevesinousut lkm: 0
 Materiaali: Valurauta GR

Pesukoneen poisto V32 ☐ Kyllä/Ei
 Lattiakaivon määrä /pesuhuone 0

Vesijohdot
 Nousulinjojen lkm: 2
 Keskitetty nousut ☒ Kyllä/Ei
 Vuodonilmaisimet Muovikuppi
 Keittiönvesijohdot Kupariputkella

Lämpöjohdot
 Patteriventtiilien vaihto: Ei vaihdeta
 Uusittavien patterien määrä: Vähäinen
 Linjaventtiilien määrä: Ei vaihdeta

Seuraava

Kuva 4. Kuva laskurin etusivusta.

3.2 Kellarikerrokset

Kellarikerrokset ovat hyvin erilaisia kohteesta ja suunnittelijasta riippuen. Pohjakerroksessa uusittavien putkien ja laitteiden määrään vaikuttaa todella paljon saneerauksen laajuus. Kellarissa voidaan suorittaa putkien sisäpuolista korjaamista sekä jättää vanhoja viemäreitä remontin ulkopuolelle.

Kellarissa sijaitsee yleensä talon tekniikka, johon sisältyy lämmönalajakokeskukset sekä mahdollinen väestönsuoja. Riippuen yhtiön halusta ja tehtävien töiden laajuudesta on tosi vaikea löytää kohteista arvoja, jotka toistuvat kohteesta riippumatta. Tässä työssä rajaan kellarin materiaalit laskettavaksi käsin. Tämä työ käsittelee ainoastaan asunnoissa olevia materiaaleja.

3.3 Nousujohdot

3.3.1 Vesijohdot

Kerrostaloissa on erilaisia tapoja tehdä vesijohtonousuja. Yleisimpiä tapoja on tehdä linjakohtaisesti sekä keskitetyillä nousulinjoilla. Linjakohtaisesti tehtynä asunnoissa kulkee esimerkiksi kylpyhuoneen hormissa nousulinja, joka palvelee päällekkäin olevia huoneistoja. Keskitetyillä nousulinjoilla tarkoitetaan tapausta, jossa yhteisessä rapussa voi olla esimerkiksi neljä asuntoa kerroksessa ja nousulinjat nousevat rapussa, josta jaetaan vesijohdot jokaiseen asuntoon.

Yleisesti nousuvesijohdot koostuvat kolmesta putkesta. Putkia ovat kylmä vesi, lämmin vesi sekä lämmin kiertovesi. Lämpimän käyttöveden kierrolla varmistetaan, että jokaisessa vesipisteessä on kuuman käyttöveden odotusaika Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 (RakMK D1) mukainen. [5, s. 9.]. Kuvassa 5 nähdään otos RakMk D1:stä.

2.3.10 Määräys

Lämminvesikalusteista tulee saada sopivan lämpöistä vettä ilman haitallista **odotusaikaa**.

2.3.10.1 Ohje

Haitallisen odotusajan välttämiseksi on

- 1) lämminvesikalusteen ja kiertojohdolla varustetun lämpimän käyttövesiputkiston välisen tai;
- 2) lämminvesikalusteen ja vedenlämmittimen välisen tai;
- 3) lämminvesikalusteen ja lisälämmityksellä varustetun johdon välisen johdon pituuden oltava sellainen, että se mahdollistaa vesikalusteen normivirtaamalla johdon tilavuutta vastaavan vesimäärän oton noin 10 sekunnin kuluessa (kuva 4).

Kuva 5. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 ohje lämpimän käyttöveden odotusajasta.

Laskennassa on selvitettävä piirustuksista materiaali, jonka suunnittelija on suunnitellut nousujohdoiksi. Niiden lukumäärä on selvitettävä. Useimmiten taloissa käytetään materiaalina kuparia, mutta on mahdollista käyttää komposiittia sekä nousujohtoelementtejä, joissa on sisällä muovivesijohdot. Materiaalitiedot sekä määrä on helppo löytää linjapiirustuksesta [liite 2], jos suunnittelija on sellaisen suunnitellut. Tilanteessa, jossa linjapiirustusta ei ole tehty, on katsottava pohjakuvista linjojen määrät. Nousujohtojen määrään vaikuttaa asuinkerrosten määrä, huoneistojen korkeus sekä nousulinjojen määrä.

Nousulinjojen määrä määritellään seuraavasti:

$$X = a * b * c * d, \text{ jossa}$$

x on nousulinjat m

a on putkien määrä m/kerros

b on asuinkerrosten lukumäärä kpl

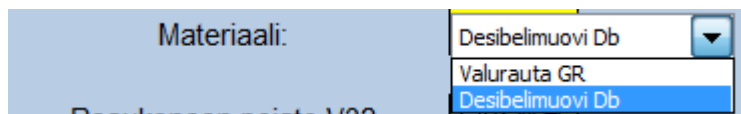
c on nousulinjojen lukumäärä kpl

d on putkikoon mukainen prosenttikerroin %

Tulokseksi saadut nousujohtomäärät syötetään yrityksen omaan laskentaohjelmistoon, josta saadaan putkimäärästä tulevat materiaalikustannukset sekä työn määrä. Tässä työssä ei ollut tarkoitus tehdä hinnoittelutyökalua, koska yhtiössä on käytössä laaja laskentaohjelmisto.

3.3.2 Viemärit

Viemäreiden laskenta on helpompaa kuin vesijohtojen. Viemärin koko ei muutu matkalla. Viemäreiden suunnittelussa riittää yleisimmin putken halkaisija 110 mm, koska 100 mm pystyviemärin mitoitusvirtaamana käytetään jopa 40 dm³/s . Useimmissa kerrostaloissa viemärinousut ovat 110 mm ylhäältä alas asti. Viemärin laskennassa tulee huomioida materiaali. Tässä työssä materiaalin vaihtoehdot ovat Rehau Raupiano DB-PP-muoviviemäri sekä valurautaviemäri. Valinta tehdään valitsemalla alasvetovalikosta. [kuva 6]



Kuva 6. Viemärimateriaalin valinta

Laskentaan vaikuttaa myöskin mahdolliset viemäreiden sisäpuoliset saneeraukset. Tällöin on laskettava suoritettavien sukitusten laajuus kuvista. Työ on niin arvokasta ja tapauskohtaista, joten päätin jättää sen arvioinnin pois tästä työstä.

Nousuviemäreiden laskenta tehdään syöttämällä lähtötiedot laskennan etusivulle. Tärkeimpiä lähtötietoja ovat huonekorkeuden suuruus, nousulinjojen määrä sekä asuinkerrosten määrä. Tiedot saadaan tarjouslaskentapiirustuksista. Nämä kerrotaan keskenään ja tuloksena saadaan nousulinjojen putkimäärän arvio.

$$Y = (e * f * b) + (E * f * b), \text{ jossa}$$

Y on nousuviemäreiden summa m

E on viemärinousujen määrä kpl

F on huonekorkeus m

b on asuinkerrosten lukumäärä kpl

E on sadevesinousujen määrä kpl

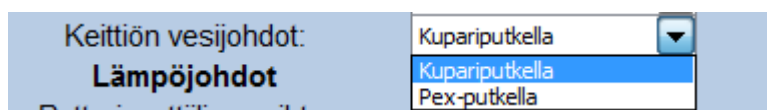
Viemäreiden osat huomioidaan kerrosviemäreissä. Nousuviemäriosioon ei tarvitse huomioida osia.

3.4 Asuinkerrokset

3.4.1 Vesijohdot

Asuinkerroksissa vesijohtojen määrään vaikuttaa niiden sijainti suhteessa nousujohtoihin. Asuntoihin tuodaan kolme vesijohtoa. Ne ovat lämmin käyttövesi, kylmä vesi sekä lämmin kiertovesi. Laskennassa on valittavana kaksi vaihtoehtoa nousujohtojen sijainnille: keskitetyt ja linjakohtaiset nousut. Keskitetyt nousujohdot nousevat muutamassa nousuhormissa, josta jaetaan vesijohdot vesipisteille. Linjakohtaisissa nousujohdoissa saattaa asuntolinjaa kohti useampi nousulinja. Esimerkiksi keittiölle ja kylpyhuoneille omansa. Keskitetyissä nousuissa tulee nousujohtoja vähemmän, mutta kerroksissa vesijohtoja tulee tietenkin enemmän. Rakennus saattaa olla 80 metriä pitkä, jolloin nousujohdot voivat olla 40 metrin päässä toisistaan. Tällöin niiden väliin mahtuu isoja asuntoja. Vesipisteet voivat sijaita kaukana toisistaan, jolloin vaakavesijohtoa tulee paljon suhteessa linjanousujen määrään nähden. Linjakohtaisessa nousujohtojaossa putkien määrät ovat päinvastaisesti äsken mainittuun verrattuna, koska vesipisteisiin nähden nousuja on enemmän.

Keittiön vesijohdot on usein tapana tehdä muovisella Pex-johdolla. Sen vahvuus on materiaalin vaihdettavuudessa. Putket asennetaan rakenteeseen sisälle, mutta putki on suojaputken sisällä. Sisäputki voidaan tarpeen vaatiessa vaihtaa uuteen purkamatta paikkoja. Tässä on mahdollisuus valita keittiönvesijohtojen materiaali [kuva 7]. Valittaessa muovinen vesijohto ohjelma laskee automaattisesti hanakulmarasiat laskentaan.



Kuva 7. Keittiön vesijohtojen materiaalin valinta.

Kylpyhuoneiden kytkentäjohdot tehdään usein kromatulla kupariputkella pinta-asennuksina. Ohjelmassa oletetaan juuri näin. Siihen on tutkimusten perusteella asetettu tietty kerroin kromatulle vesiputken määrälle asuntoa kohden. Pinta-asennusten putkimäärään vaikuttaa kylpyhuoneen muoto ja koko, kalusteiden määrä ja putkitustapa. Kalusteet on mahdollista putkittaa yhdellä pystypintaputkituksella. Tällöin kytkentäjohdot viedään lattianrajassa pintaputkella vesikalusteille. Toinen tapa on pudottaa jo-

kaiselle kalusteelle alakatosta oma pystykytkentäjohto. Liitteessä 3 nähdään esimerkkitapoja tehdä kalustekytkenät.

Vesijohtojen määrä huoneistoa kohti:

$$\dot{a} = h * w_1, \text{ jossa}$$

\dot{a} on vesijohtojen määrä m

h on tutkittu vesijohtojen kerroin m/kph

w_1 on kylpyhuoneiden määrä kpl

Putkien koko on selvitetty lasketuista kohteista. On tutkittu keskimääräinen määrä tiettyjä kokoja, jotka toistuvat kohteesta riippumatta.

Kromikuparin määrä huoneistoa kohti:

$$j = i * w_1, \text{ jossa}$$

j on kromikuparin määrä m

i on tutkittu kromatun kupariputken kerroin m/kph

w_1 on kylpyhuoneiden määrä kpl

3.4.2 Viemärit

Kerrosviemäreiden laskentaan vaikuttaa myös viemärimateriaalin valinta. Työtä tehdessä ajatuksena on ollut yleisin tapa asentaa viemärit alemman kerroksen alakattoon. Viemärit asennetaan kulkemaan esimerkiksi alemman asunnon kylpyhuoneen kattoon, josta nousee pöntölle, altaille ja lattiakaivoille. Tällöin viemärit usein äänieristetään, jolloin vähennetään viemäriin ääniä alemmassa asunnossa. Eristystyöt on huomioitava, kun lähetetään tarjouspyynnöt eristäjille. Saadut tarjoukset kirjataan laskentaohjelmaan.

Rehau Raupiano -muoviviemäriin osissa on ainoastaan yksi muhvi, joten jokaiseen osaan pitää laskea mukaan kaksoismuhvi. Muovin haittapuolena on myös palokatkojen teko. Tätä muoviviemäriä asennettaessa alakattoon joudutaan jokainen läpivienti asen-

tamaan putkimansetin läpi. Palon sattuessa mansetti reagoi lämpöön ja alkaa turpoamaan. Muoviputki sulaa kuumuudessa pois, ja mansetin on tarkoitus olla niin turvonnut, että se tukkii koko läpivientireiän. Näin palon ei pitäisi päästä toiseen paloalueeseen. Laskennassa huomioidaan tietty määrä mansetteja asuntoa kohti.

On oletettu, että talossa on kylpyhuoneita kohti tietty määrä viemäriputkea sekä viemäriosia. Määrät ovat keskiarvoja aikaisemmin lasketuista tarjouskohteista. Tutkituskohteet ovat saatuja sekä ohi menneitä urakoita. Tämän työn avulla saadaan kohteen putkimäärät sekä osan kappalemäärät. Osat eritellään T-haaroihin, 90-asteisiin kulmiin sekä 45-asteisiin kulmiin. Viemäriin lasketaan yleisimmät koot eli 75 mm ja 110 mm. Viemäreistä lasketaan vielä erikseen keittiöön menevät kytkentäviemärit, jotka menevät usein keittiökaapin alasokkelitilassa.

Viemäreiden laskenta menee näin:

$$V_1 = n_1 * w_1, \text{ jossa}$$

V_1 on 75 mm:n viemärin määrä m

n_1 on 75 mm:n viemärin kerroin m/kph

w_1 on kylpyhuoneiden määrä kpl

$$V_2 = n_2 * w_1, \text{ jossa}$$

V_2 on 110 mm:n viemärin määrä m

n_2 on 110 mm:n viemärin kerroin m/kph

w_1 on kylpyhuoneiden määrä kpl

3.4.3 Vesikalusteet

Usein vesikalusteita voidaan vaihtaa ja ostaa osakkaiden toimesta linjasaneeraus-hankkeissa. Yleisimmin asunnoissa olevat kalusteet ovat samoja. Yleisimpiä kalusteita ovat

- WC-istuin, joko normaali tai seinämalli.

- Pesuallas tai allaskaappi.
- Pesuallashana.
- Suihkuhana sekä käsisuihku.
- Pyyhekuivauspatteri joko ylä tai alakytKentä.
- Pesukoneliitäntä.
- Keittiöhana astianpesukoneliitännällä.

Urakkarajat kalusteiden hankinnassa ovat usein samanlaisia. Jos keittiöallas vaihdetaan, se on rakennusurakoitsijan hankinnassa. Pesualtaat ovat putkiurakoitsijan hankinnassa, mutta jos pesuallas tulee kaappiin, rakennusurakoitsija hankkii ja asentaa kaapin.

Vesikalusteet ovat erittäin keskeinen osa-alue tarjouslaskennasta. Vesikalusteiden laskenta on tärkeä osa, jolloin materiaalien määrät tulee olla oikeita. Vesikalusteissa on isoja eroja keskenään, joten tähän työhön en ottanut kalusteiden määritystä. Tarjouslaskijan on selvitettävä määrät ja tuotemerkit piirustuksista. Tutkiessani laskettuja kohteita en löytänyt toistuvia kertoimia kalusteissa, vaan nekin ovat kohdekohtaisia.

3.4.4 Vesimittarit

Tammikuun 3. päivä vuonna 2011 astui voimaan asetus, joka koskee kaikkia uudisrakennuksia sekä saneerattavia kohteita, joissa on enemmän kuin yksi asunto. Niihin on asennettava huoneistokohtaiset vesimittarit niin kuumaan kuin kylmään veteen. [8, s. 1]

Huoneistokohtaisia vedenmittareita on mekaanisia, elektronisia sekä langattomia etäluettavia. Viimeisin on selkeästi kallein mittarivaihtoehto. Säädös on aiheuttanut sitä, että monet yhtiöt asennuttavat aivan turhaan etäluettavat mittarit, mutta eivät ota ikinä laitteistoa käyttöön.

Vesimittareiden määrään vaikuttaa linjojen määrä, sekä huoneistojen määrä. Samassa asunnossa voi olla erikseen keittiölinja, wc-linja sekä kylpyhuonelinja. Tämä muuttaa

merkittävästi vesimittareiden määrän. Tarjouslaskijan on selvitettävä piirustuksista haluttu mittarimalli ja syötettävä laskennan mukainen määrä. Ohjelmassa mittareiden määrä selviää seuraavasti:

$$M = x * y * b$$

M on huoneistokohtaisten vesimittareiden määrä kpl

x on tutkittu kerroin

y on nousulinjojen määrä kpl

b on asuinkerrosten määrä kpl

3.4.5 Vuodonilmaisimet

Vuodonilmaisimia käytetään vesijohtonousuissa, jotka jäävät suljettuun hormiin. Hormissa vuotoja ei voida paikallistaa. Useasti vuotovedet valuvat eristeiden sisällä pitkiäkin matkoja. Vuodonilmaisimet on tarkoitettu asentaa kerroskohtaisesti ja jokaiseen putkeen, jossa on haara. Siitä johdetaan pienillä n. 8 millimetrin halkaisijalla olevat letkut joko huoneistojen alakattoon tai seinään. Letkut kytketään peitelevyyn, jossa on reiät vuotoja varten.

Vuodonilmaisimet huomioidaan seuraavalla kaavalla:

$$V = k * c * b, \text{ jossa}$$

V on vuodonilmaisinten määrä kpl

k on vuodonilmaisinten määrä per kerros

c on nousulinjojen määrä kpl

b on asuinkerrosten määrä kpl

Saadusta vuodonilmaisinten määrästä saadaan laskettua peitelevyn määrä helposti. Koska peitelevyä tulee aina yksi kappale kolmea vuodonilmaisinta varten, tällöin levyjen määrä saadaan, kun jaetaan ilmaisinten määrä kolmella.



Kuva 8. Esimerkkinä Purus-vuodonilmaisimen ja -peitelevyn.

3.4.6 Erilliset wc-tilat

Rakennuksissa voi olla kylpyhuoneen lisäksi erillisiä WC-tiloja asunnoissa. Niitä voi olla paljon tai niitä voi olla vähän. Tästä syystä olen jättänyt määrän selvittämisen tarjouslaskijalle. Laskija syöttää niiden lukumäärän lähtötietoihin. Tämän tiedon avulla tehdään lisäyksiä laskennan putkimäärään.

Erilliset wc:t lisäävät viemäriä, vesijohtoa sekä pintakupariputkea suhteessa asuntojen määrään. Olen arvioinut vaikutuksen määrän. Sen avulla saadaan lisättyä tarvittava määrä materiaaleihin. Laitettaessa rasti "erillis wc:t" ruutuun, tällöin niiden lukumäärä kerrotaan erikseen asetetulla kertoimella. Sen vaikutus näkyy tulossivulla.

3.5 Ullakko

Ullakon olemassa olo vaikuttaa tuuletusviemäreiden sekä sadevesiviemäreiden määrään. Kaikissa kerrostaloissa ei ole ullakotiloja, vaan yläpohja voi olla jo kattorakennetta. Ullakko on kuin yksi kerros lisää. Usein se on puolilämmin tila, jolloin putket tulee eristää hyvin. Tämä estää kondensoinnin syntymisen sekä putkien jäätyksen.

Laskijan tulee selvittää, onko kohteessa ullakotila vai ei. Tämä tieto tulee syöttää etusivun lähtötietoihin. Tieto vaikuttaa vaakaputkien määrään tuuletus- sekä sadevesijohdoissa.

Tuuletusviemäreiden määrä lasketaan seuraavasti:

$$O = e \cdot q$$

$$R = e \cdot t, \text{ jossa}$$

O on tuuletusviemäreiden pystyosuuden määrä m

R on tuuletusviemäreiden vaakaosuuden määrä m

e on nousuviemäreiden määrä kpl

q on kerrokorkeuden kerroin m

t on vaakaosuuksien kerroin m

3.6 Lämpöjohdot

Lämpöverkko tehdään usein maalatusta teräsputkesta. Siinä kiertää sama vesi vuodesta toiseen, jolloin happi on haihtunut kierrossa olevasta vedestä. Hapeton vesi ja hidas vedennopeus säästävät verkostoa. Tästä syystä linjasaneeraushankkeissa on yleinen tapa, että lämpöjohdoille tehdään ainoastaan perussäätö ja linja- sekä patteriventtiilien vaihto. On mahdollista, että tehdään pieniä muutostöitä tilojen paikkamuu- toksista johtuen. Putket on ennen eristetty asbestieristeellä ja asbesti on nykyään luokiteltu vaarallisiin aineisiin. Tämä johtuu sen fysikaalisista vaikutteista keuhkoihin [11]. Lämpöjohtoeristeet puretaan pois ja eristetään uudelleen. Eristystarjoukset tulee pyytää alihankkijoilta.

Työssä on asetettu valinnaksi uusittavien venttiileiden määrää arvioiva valinta. Vaihtoehdot ovat kuvan 9 mukaiset.

Lämpöjohdot	
Patteriventtiilien vaihto:	Kaikki
Uusittavien patterien määrä:	<div> <div>Ei vaihdeta</div> <div>Vähäinen</div> <div>Keskinkertainen</div> <div>Kaikki</div> </div>
Linjaventtiilien määrä	

Kuva 9. Patteriventtiilivaihdon laajuusvalinta.

- Vähäinen valinta vastaa 15 %:a pattereiden lukumäärästä.
- Keskinkertainen valinta vastaa 50 %:a pattereiden lukumäärästä.
- Kaikki valinta vastaa 100 %:a pattereiden lukumäärästä.

On mahdollista, että pattereita lisätään tai uusitaan. Tällöin voidaan alasvetovalikosta valita uusittavien pattereiden laajuutta. Vaihtoehdot ovat kuvan 10 mukaiset.

Uusittavien patterien määrä:	Uusitaan kaikki
Linjaventtiilien määrä	<div> <div>Ei uusia</div> <div>Vähäinen</div> <div>Keskinkertainen</div> <div>Uusitaan kaikki</div> </div>

Kuva 10. Pattereiden uusittavuuden valinta.

- Vähäinen valinta vastaa 15 %:a pattereiden lukumäärästä.
- Keskinkertainen valinta vastaa 50 %:a pattereiden lukumäärästä
- Uusitaan kaikki valinta vastaa 100 %:a pattereiden lukumäärästä.

Linjasaneeraushankkeissa usein vaaditaan patteri- sekä linjaventtiilien vaihtojen jälkeen verkoston perussäätö. Tämä tarjouslaskijan on huomioitava alihankintana. Venttiileiden lukumäärä saadaan tulossivulta.

4 Laskentaohjelman vertaileminen

Seuraavaksi on valmiin laskentaohjelman kokeileminen käytännössä. Valitsin kolme erilaista kohdetta, jotka on kokonaisuudessaan laskettu käsin. Vertaan laskentatapoja sekä niiden tuloksia keskenään.

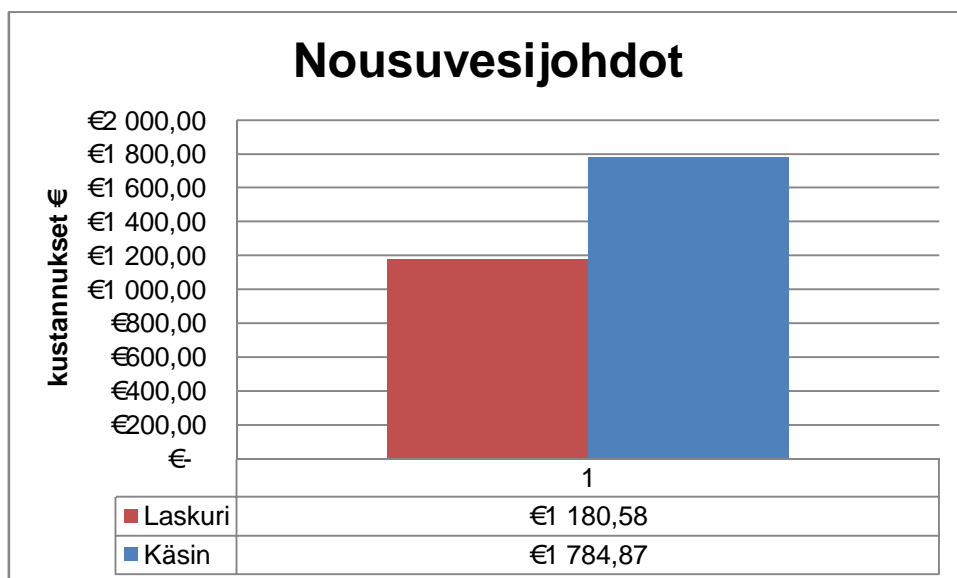
4.1 As Oy Satorinne

Ensimmäiseksi vertailukohteeksi valitsin saneerattavan kohteen Asunto-osakeyhtiö Satorinne, joka sijaitsee Vantaalla. Yhtiö koostuu kahdesta samanlaisesta rakennuksesta. Yhtiö koostuu 66 huoneistosta, jotka on jaettu kuuteen asuinkerrokseen.

Taloissa on viemärit saneerattu muutama vuosi sitten. Urakan laajuutena on, että vesijohdot sekä -kalusteet tehdään uusiksi kokonaisuudessaan. Piha-alueella uusitaan talojen väliset putkielementit. Lämpöjohtoihin ei tehdä muuta työtä kuin muutama patteri lisää. Lämmönvaihdin uusitaan.

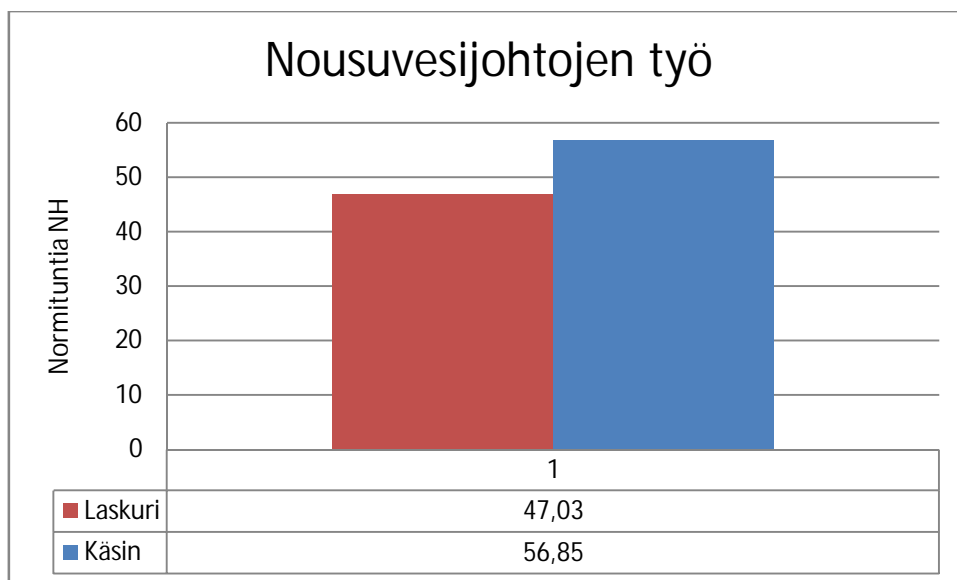
4.1.1 Vesijohtonousut

Vesijohtonousut tehdään rappukäytävään, josta vesiputket tuodaan jokaiseen asuntoon oven yläpuolella. Vesijohdot tehdään kupariputkella, jotka eristetään. Vesijohtoihin tulevat mahdolliset vuodot tuodaan näkyville kotelorakenteesta putkeen asennettavalla keräyssuppilolla, josta johdetaan letkut pintaan. Tällaiset vuodonilmaisimet on esitelty aiemmassa kuvassa 8.



Kuva 11. Nousuvesijoitojen materiaalien hintaero

Nousujoitojen arvioinnin onnistuminen tässä kohteessa tämän laskurin avulla nähdään kuvasta 11. Ero laskurilla lasketun ja käsin lasketun arvo on yllättävän suuri. Kohteeseen on suunniteltu keskitetyt vesijohtonousut rappukäytäviin. Suurin ero johtuu tästä. Prosentuaalinen hintaero on 34 %. Prosentuaalisesti ero on suuri, mutta ottaen huomioon kokonaisuuden ei ero ole mitenkään merkittävä.

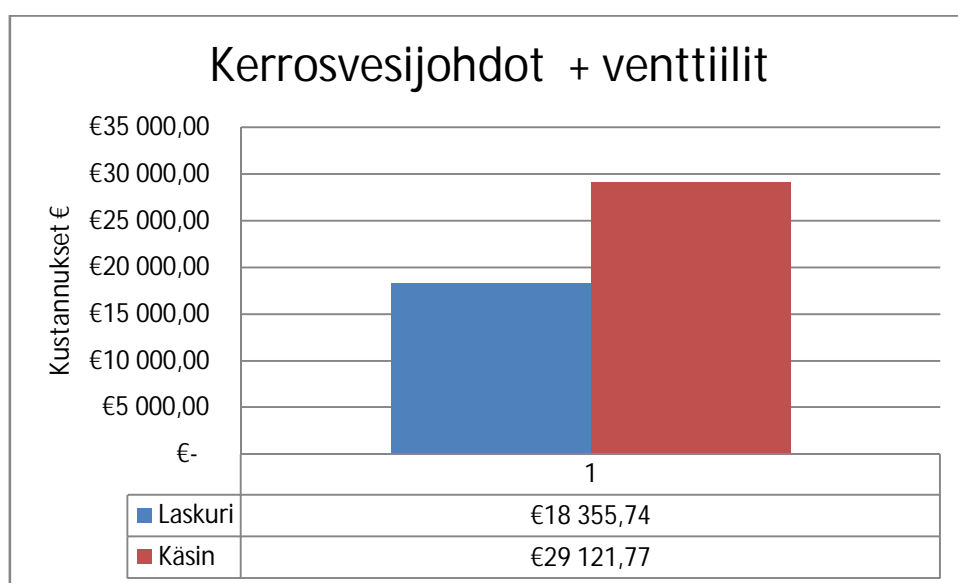


Kuva 12. Nousuvesijoitoihin laskettavien normituntien summat.

Normituntihinnoittelu perustuu tehtäviin metrimääriin työehtosopimuksien määräämien tuntikertoimien mukaisesti. Laskurin laskiessa tässä kohteessa liian vähän materiaalia on se suoraan verrannollinen työhönkin. Kuvasta 12 nähdään, että ero laskettujen työtuntien määrässä on noin kymmenen normitunnin suuruinen. Prosentuaalinen ero on saman verran kuin materiaalissakin eli 34 %.

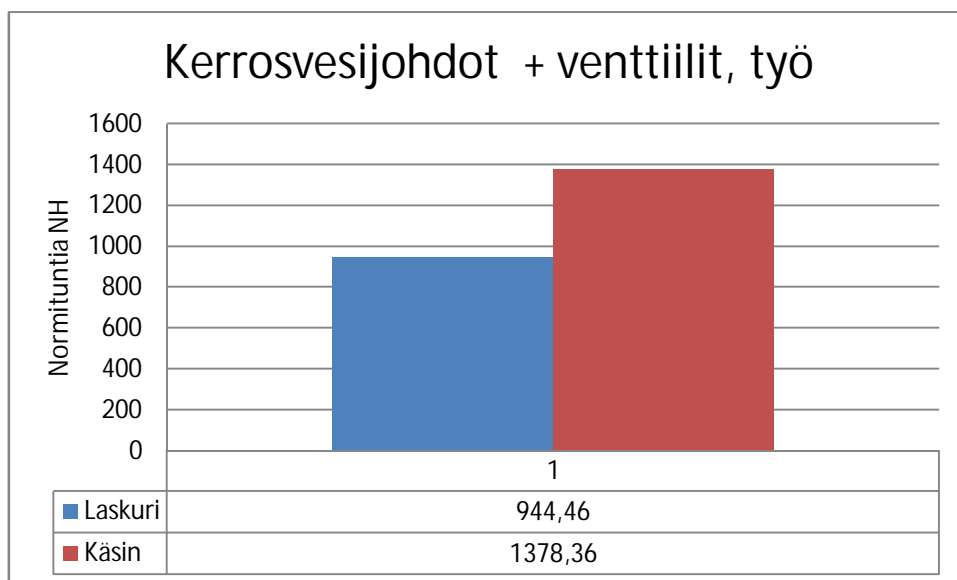
4.1.2 Kerrosvesijohdot sekä venttiilit

Vaakajakajohdot tehdään kupariputkista, jotka eristetään kauttaaltaan villakourulla. Niillä tuodaan tarvittava vesimäärä kalusteille.



Kuva 13. As Oy Satorinteen kerrosvesijohtojen vertailu

Tässä osiossa laskuri laskee liian vähän metrejä asuntoa kohden, joka heijastuu suoraan laskettavaan euromäärään. Tämän avulla arvioituna eroa tulee melkein 11 000 euroa. Se on jo melko suuri ero. Prosentuaalinen ero on 37 %.

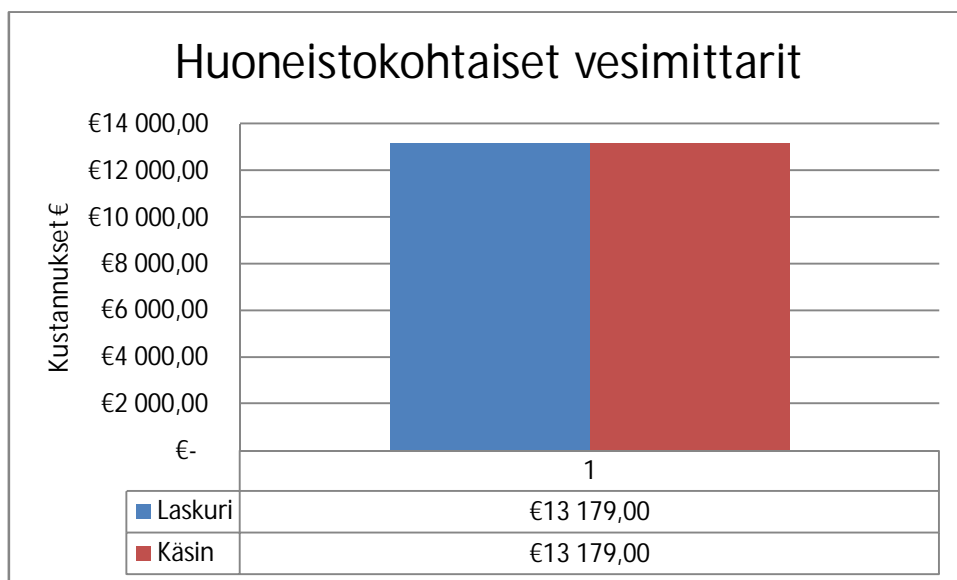


Kuva 14. Kerrosvesijohtoihin laskettavan työn eroavaisuuksia esittävä kuvaaja As Oy Satorinteessä

Vesijohtojen työnmäärään vaikuttaa tässäkin metrien määrä, sekä mahdollinen putken koon arvioinnin vääryys. Työehtosopimuksen mukaisesti erikokoisilla putkilla on erisuuruisen normituntikerroin. Eroa syntyy noin 430 NH. Tämä on prosentuaalisesti noin 31 % luokkaa. Tämä eroavaisuus yhdistettynä materiaalin vähyyteen on jo suuri virhe tämänkokoisessa urakassa.

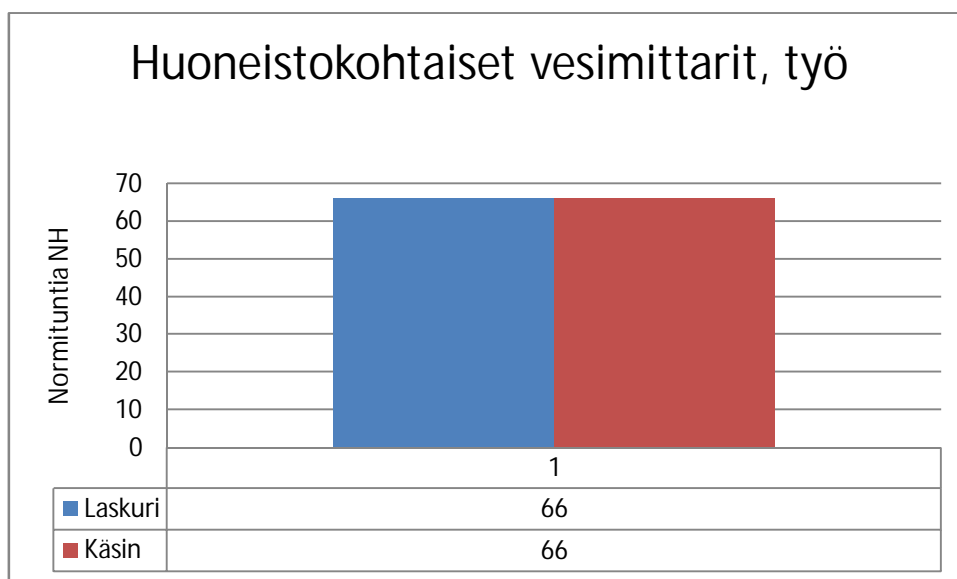
4.1.3 Huoneistokohtaiset vesimittarit

Tämän kohteen tarjouslaskenta-aineistossa on määrätty huoneistokohtaisiksi vesimittareiksi etäluettavat langattomat vesimittarit.



Kuva 15. Huoneistokohtaisten vesimittareiden laskennan vertailu As Oy Satorinteessä.

Kuten kuvasta 15 nähdään, tässä osiossa eroa ei tullut yhtään. Vesimittareiden rahallinen arviointi olisi mennyt täysin oikein.



Kuva 16. Huoneistokohtaisten vesimittareiden työn arviointeja As Oy Satorinteessä.

Kuten kuvasta 15 nähtiin ei eroa tullut vesimittareissa. Tämä tarkoittaa tietysti myös sitä, että työn suuruuskin on täysin sama kuten kuvasta 16 nähdään.

4.2 As Oy Aallonhuippu 10-12

Toiseksi vertailukohteeksi valitsin Asunto-osakeyhtiön Aallonhuippu 10-12, joka sijaitsee Espoossa ja on rakennettu 1970-luvulla. Taloyhtiö koostuu kuudesta portaasta, jotka on sijoitettu neljään rakennukseen. Asuinhuoneistoja kohteessa on 54. Taloissa on kolme asuinkerrosta sekä kellarikerrokset.

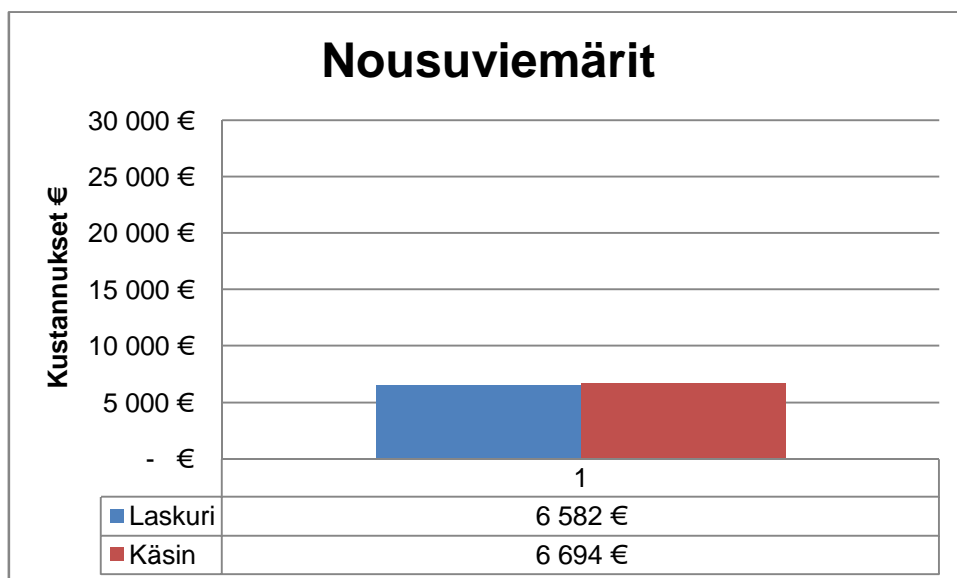
Kohteessa on tällä hetkellä muoviviemärit, jotka puretaan pois kokonaisuudessaan, pois lukien pihalla olevat tonttioviemärit. Niitä on tarkoitus saneerata sisäpuolisesti sukitamalla. Kohteen uudet viemärit on suunniteltu Rehau no -desibelimuovioviemäreillä.

Vesijohdot ovat tällä hetkellä kuparia, ja ne puretaan pois sekä uusitaan kokonaisuudessaan samaan paikkaan. Kaikki kohteen vanhat vesikalusteet puretaan ja korvataan uusilla.

Lämpöjohtoverkoston tehdään patteri- sekä linjasäätöventtiilien vaihto, mutta runkoverkko pysyy samana vanhana. Lämpöjärjestelmä myöskin säädetään uudelleen, sekä uusitaan lämmönalajakokeskus. Vanhat asbestia sisältävät eristeet puretaan pois ja verkosto eristetään uudestaan.

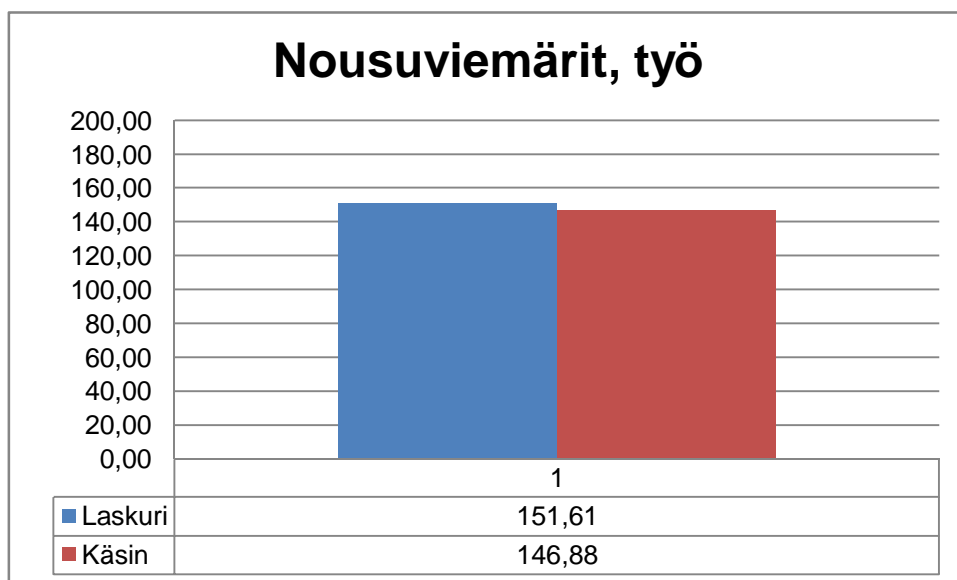
4.2.1 Nousuviemärit

Viemärit on suunniteltu tehtäväksi Rehau Raupiano -desibelimuovioviemäristä. Viemäri on kolmikerroksinen muoviputki, joka vaimentaa valmistajan mukaan ääntä. Vähintään yhtä hyvin kuin valurautaviemäri. Viemärit sijoitetaan kylpyhuoneissa oleviin nousuhormeihin. Ne eristetään lisäksi villalla äänen vaimentamiseksi.



Kuva 17. As Oy Aallonhuippu 10-12:n nousuviemäreiden rahallinen vertailu.

Kuten kuvasta 17 nähdään, on laskurin avulla laskettujen nousuviemärien rahallinen ero hyvin pieni. Tämän avulla laskettu summa eroaa 112 euron verran. Tämä tekee prosentuaalisesti noin 2 %:n verran. Vaikutus kokonaisuudessaan ei ole minkään arvoinen.



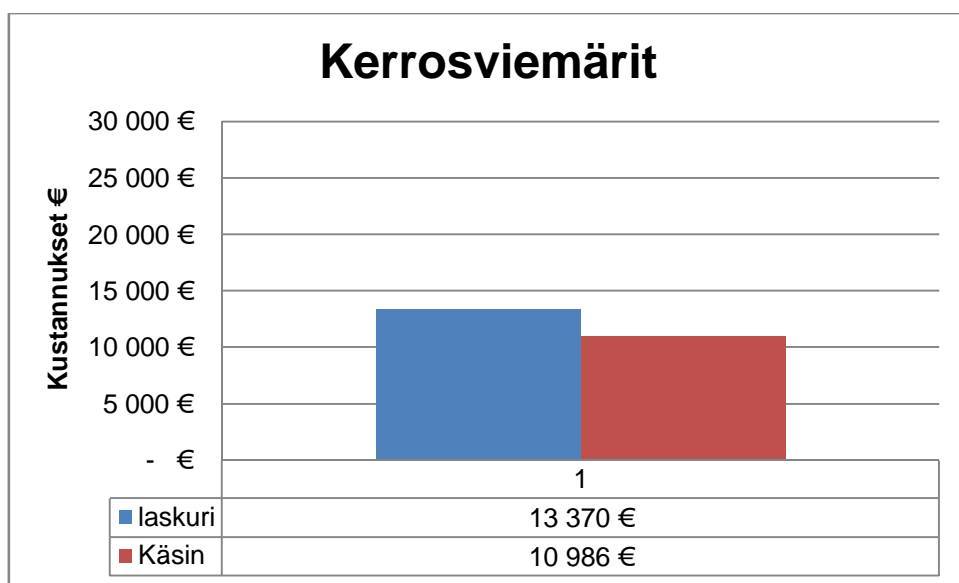
Kuva 18. Nousuviemäreiden työn vertailua, As Oy Aallonhuippu 10-12

Työn osalta suurta eroa ei ole (kuva 18). Erona on ainoastaan noin viiden normitunnin heitto. Se on 3 %. Ero ei ole merkittävä.

4.2.2 Vaakakokoojaviemärit

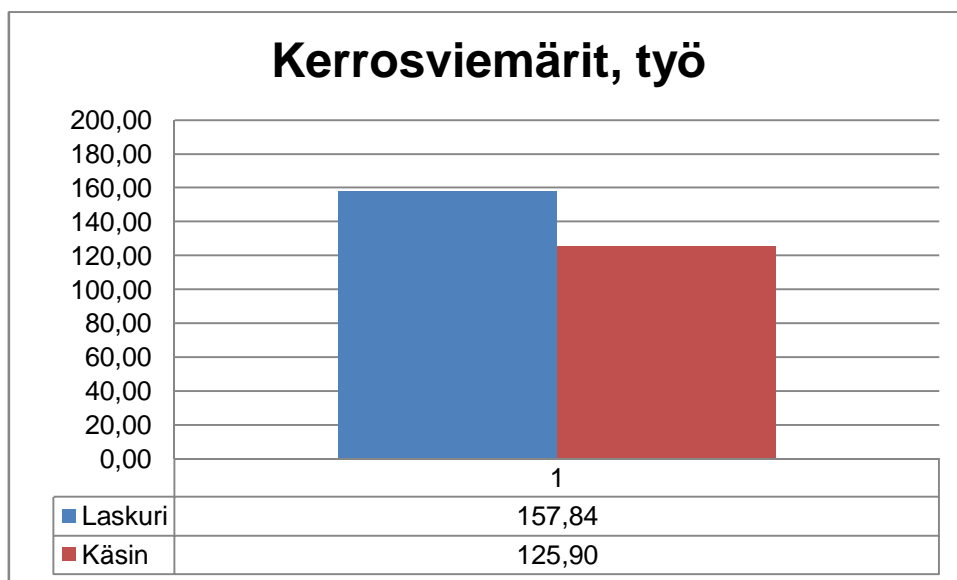
Vaakakokoojaviemärit tehdään myös samoista viemäriputkista ja -osista. Viemärit on tarkoitus kannakoida katosta, jolloin ne jäävät alemman kerroksen kylpyhuoneiden alakaton yläpuolelle. Tämä on melko yleinen tapa tehdä saneerauskohteisiin viemäriasennukset. Tämän ikäisissä taloissa ovat välipohjan paksuudet sellaisia, että viemärit eivät mahdu valunsisälle.

Tämä osa laskennasta pitää sisällään tarvittavat putkimetrit sekä tarvittavat osamäärät ja tyypit, joita yleisimmin tarvitaan.



Kuva 19. As Oy Aallonhuipun asuinkerrosten putkimetrit euromääräisenä arvona

Kuten kuvasta 19 selviää, on käsin lasketussa materiaalia vähemmän. Erotuksena on 2384 euroa, eli prosentuaalisesti 22 %. Tällä ei ole suurta merkitystä kokonaisuudessa.



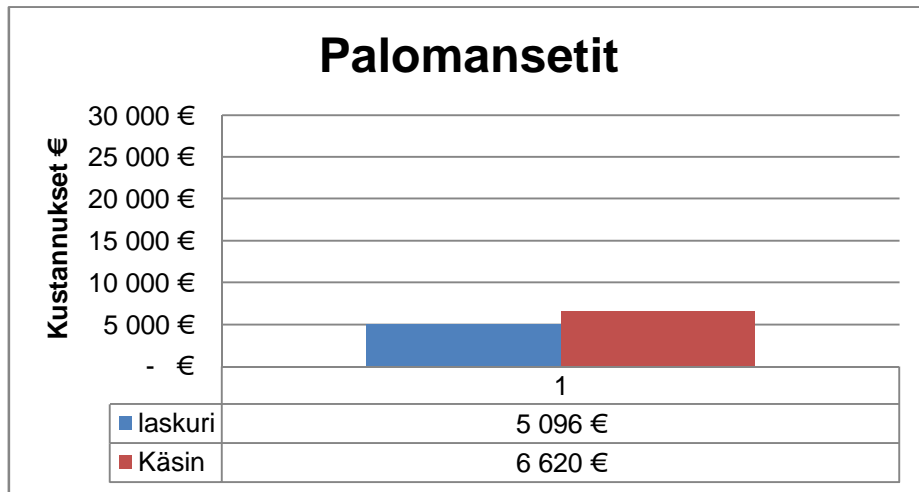
Kuva 20. Kerrosviemäreiden osalta työn määrät, As Oy Aallonhuippu 10-12

Laskurin avulla lasketun työn määrä on 32 normituntia enemmän kuin käsin laskettuna (kuva 20). Tämä ei ole suuri ero. Prosentuaalisesti ero on 20 %. Tämäkään ei vaikuta kokonaisuuteen.

4.2.3 Palomansetit

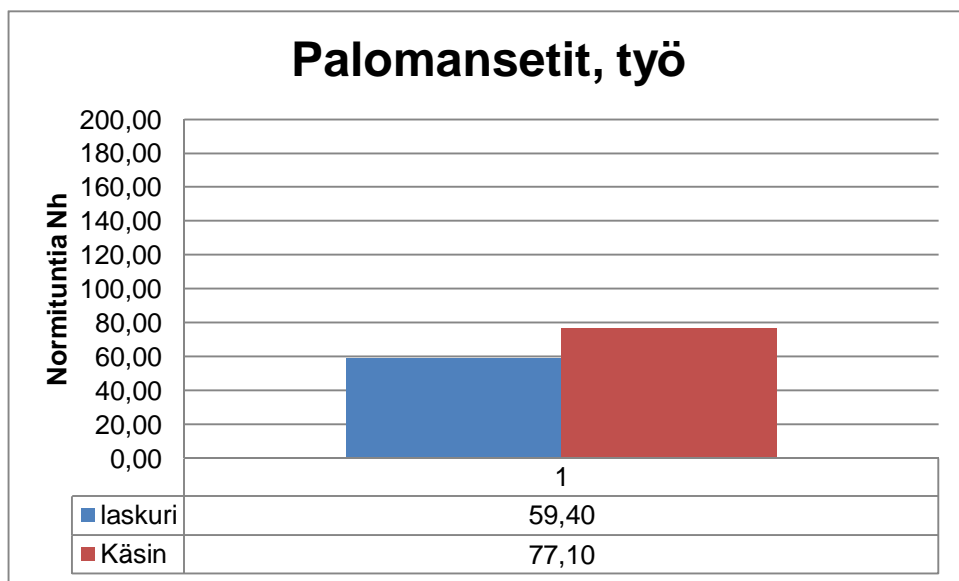
Palomansetteja tarvitaan muovisissa viemäreissä, kun viemäri kulkee kahden palotilan läpi. Huoneistot muodostavat aina oman palo-osaston. Tässä tapauksessa työt tehdään alemman kerroksen huoneistossa, joten asunnot ovat eri palotiloja.

Palomansetit asennetaan viemärin ympärille, betoniin kiinni. Läpivientireiät valetaan umpeen tukkovaluilla, jolloin mansetit jäävät vähän valun alapuolelta näkyviin. Tällä tavalla ne toimivat oikein. Viemärin sulaessa pois tulee mansettien reagoida lämpöön ja tukkia reikä turpoamalla.



Kuva 21. Palomansettien ero laskentatapojen välillä As Oy Aallonhuippu 10-12

Palomansettien laskennassa on pienoinen ero niiden lukumäärässä. Ero verrattuna käsin laskettuun on noin 1000 euroa liian vähän (kuva 21). Prosentuaalisesti tuo on 23 %. Tällä määrällä ei ole vaikutusta.

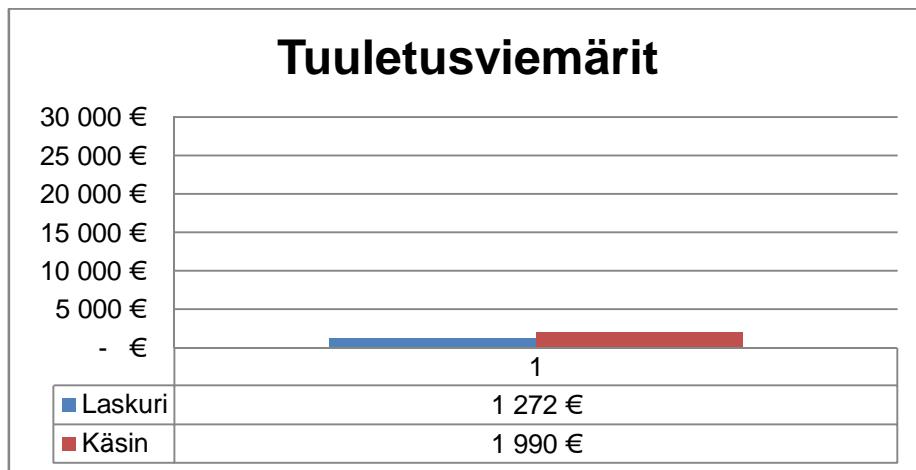


Kuva 22. Työn ero eri laskentatapojen välillä

Työssäkin ero pysyy melkein samana kuin palomansettien rahallinen määrä (kuva 22). Tämä johtuu suoraan siitä, että kappalemäärät ovat täysin samoja keskenään.

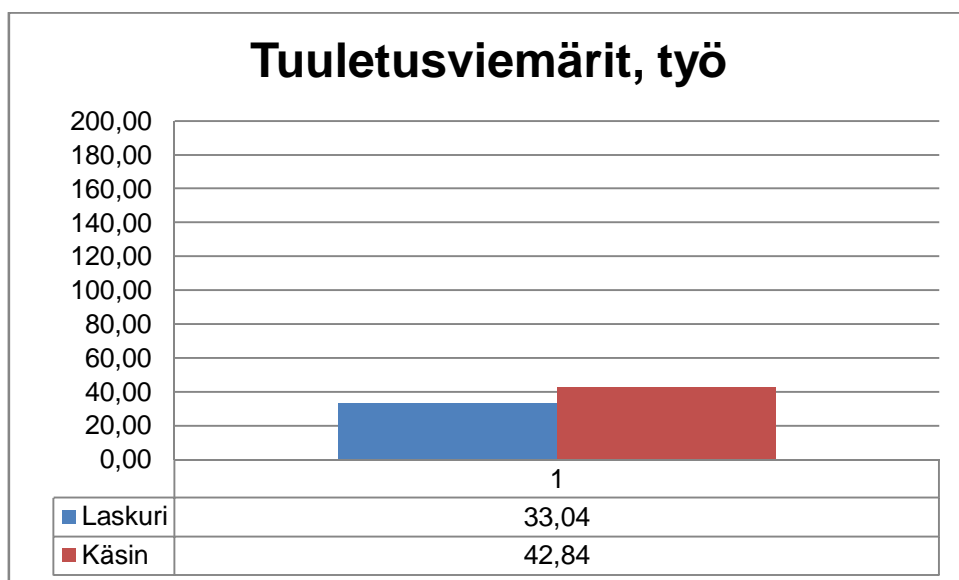
4.2.4 Tuuletusviemärit

Viemärit johdetaan katolle, jotta viemäriin saadaan korvausilmaa. Viemärit tehdään mahdollisen ullakon kautta. Jos talossa ei ole ullakkoa, viemärin päät nostetaan ylimmän kerroksen läpi katolta suoraan ulos.



Kuva 23. Tuuletusviemäreiden laskennallinen ero

Kuvaajasta (kuva 23) nähdään, että laskuri laskee 700 euroa liian vähän rahaa tuuletusviemäreille. Aikaisemmin esittelin, kuinka laskuri laski kerrosviemäriin liikaa, joten tämä tasaantuu kokonaisuutena. Prosentuaalisesti eroa on 36 %.

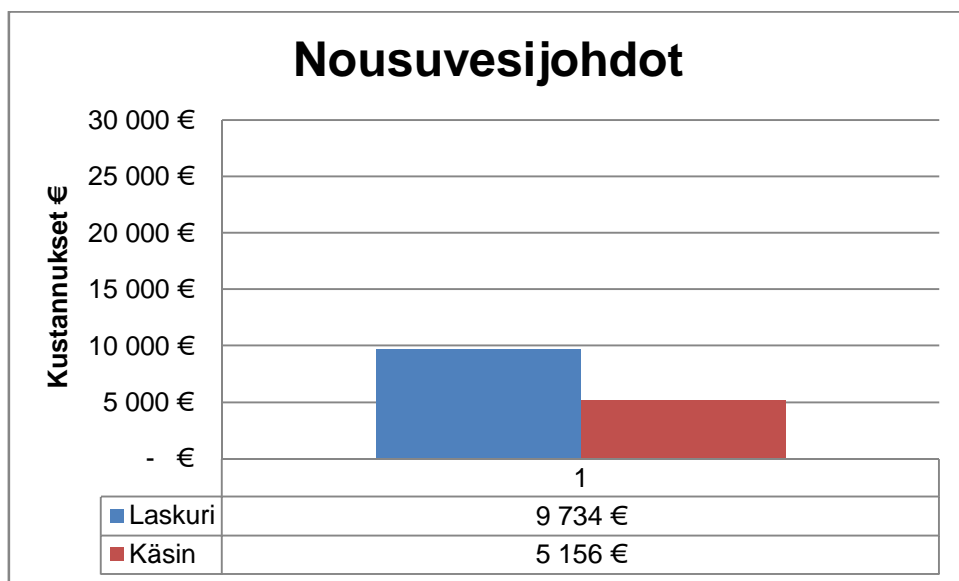


Kuva 24. Tuuletusviemäreiden työn määrä NH

Työtä tulee 11 normituntia liian vähän (kuva 24). Vajaus johtuu laskettujen metrien vähydestä. Prosentuaalisesti ero on 22 % liian vähän.

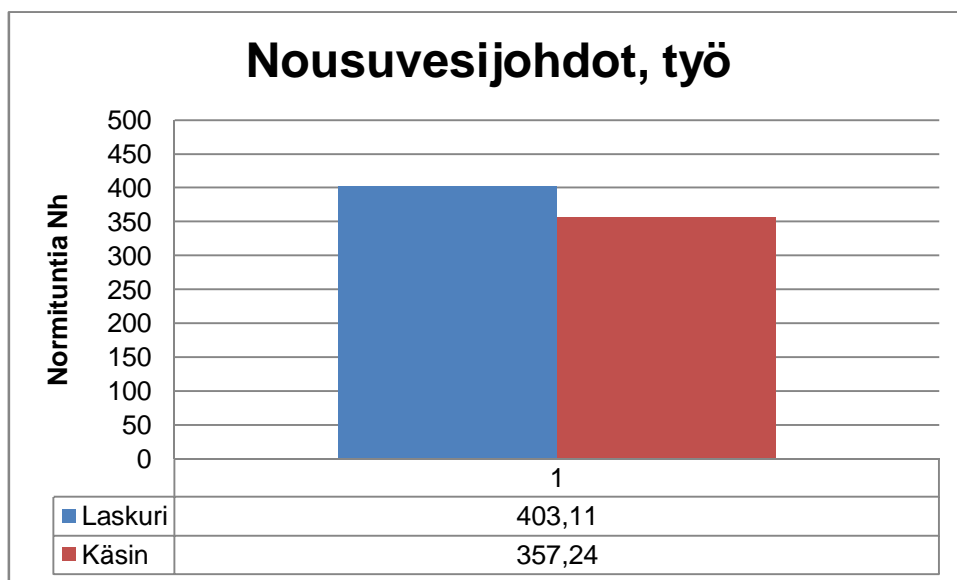
4.2.5 Nousuvesijohdot

Nousuvesijohdot tehdään kupariputkista, jotka kannakoidaan seinään. Putket lämpöeristetään villakourulla. Vesijohdot nousevat nousuhormissa kylpyhuoneiden puolella. Joka kylpyhuoneelle on oma nousulinjansa tässä kohteessa.



Kuva 25. Nousuvesijohdot As Oy Aallonhuippu 10-12

Laskurilla laskettuna materiaalin rahallinen arvo on hieman suurempi kuin käsin laskettuna. Tämä ero on noin 4 500 euroa (kuva 25). Prosentuaalisesti vaikutus on 89 % ylimääräistä. Yksilöitynä vaiheena tämä on merkittävä määrä lisää, mutta kokonaisurakassa tämä tasoittuu kyllä.

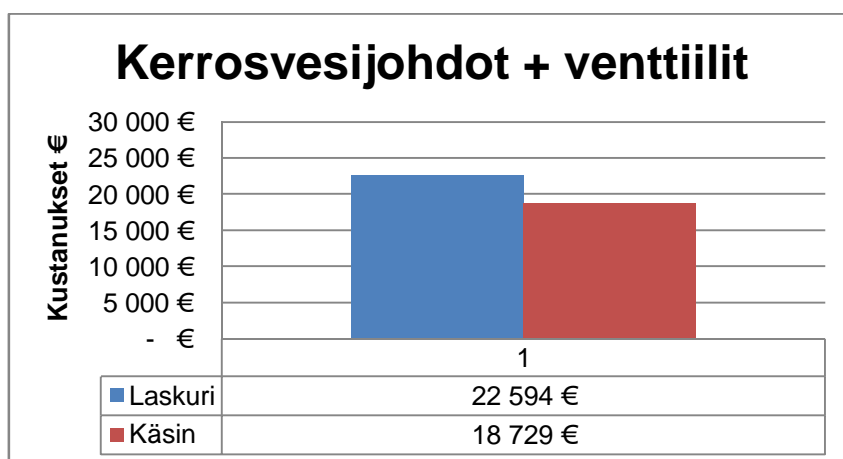


Kuva 26. Työn määrän vertailu nousuvesijohdoissa

Laskurilla laskettuna ero on työssä 44 normituntia liikaa (kuva 26). Ero on prosentuaalisesti 10%. Tällä ei ole suurta vaikutusta kokonaisurakassa.

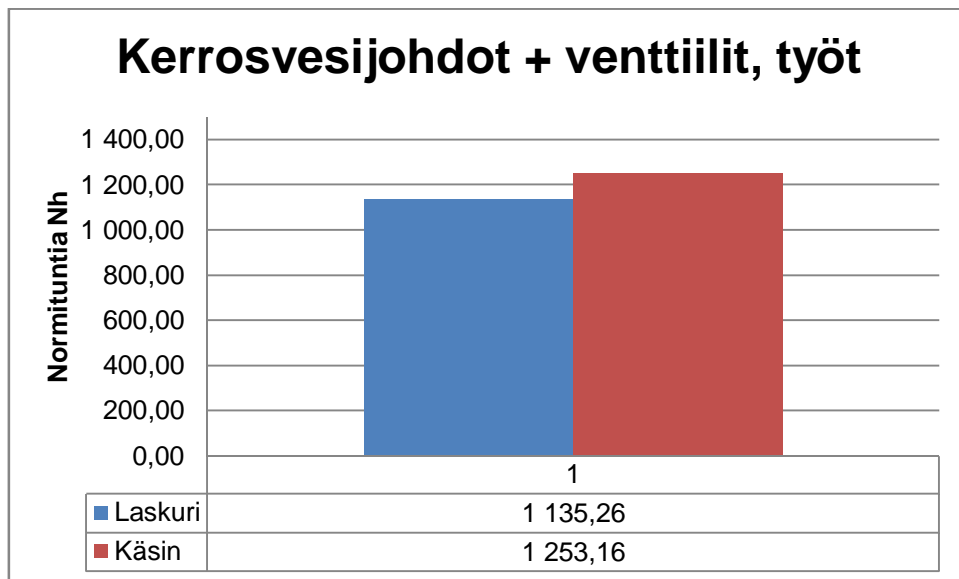
4.2.6 Kerrosvesijohdot ja venttiilit

Kerrosvesijohdot liittyvät nousuhormiin ja jakautuvat sieltä kalusteiden kytkentäjohtoihin. Vesijohdot asennetaan kylpyhuoneen kattoon, johon on sijoitettuna sulkuventtiilit sekä huoneistokohtaiset vedenmittarit. Kerrosvesijohtoihin sisältyvät myös kromiset kytkentäjohdot.



Kuva 27. Kerrosvesijohtojen laskennan vertailu

Laskurilla laskettuna ero materiaalin rahallisessa arvossa on noin neljä tuhatta euroa (kuva 27). Ero on prosentuaalisesti 21 % liikaa. Kokonaisuudessa tällä ei ole suurta vaikutusta.

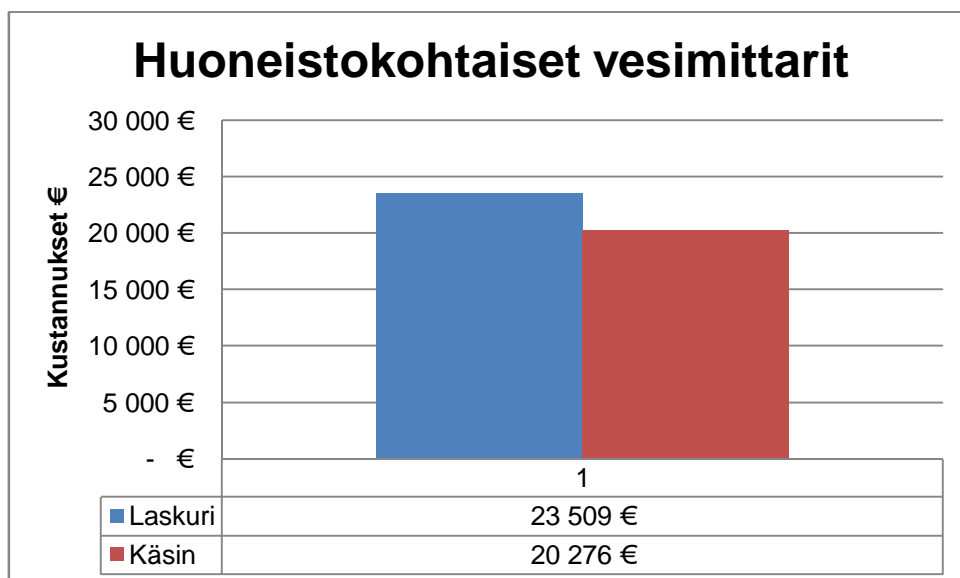


Kuva 28. Työn vertailu

Kuvasta 28 nähdään, että ero on muuttunut työn osalta. Työn määrässä laskuri laskee vähemmän normitunteja kuin käsin on laskettu. Tämä tarkoittaa noin 120 NH eroa. Tämä on hyväksyttävä ero, kun otetaan huomioon materiaalin aiheuttama vaje. Materiaalin ero laskentojen välillä on kasvanut isoksi venttiileiden suuresta määrästä johtuen.

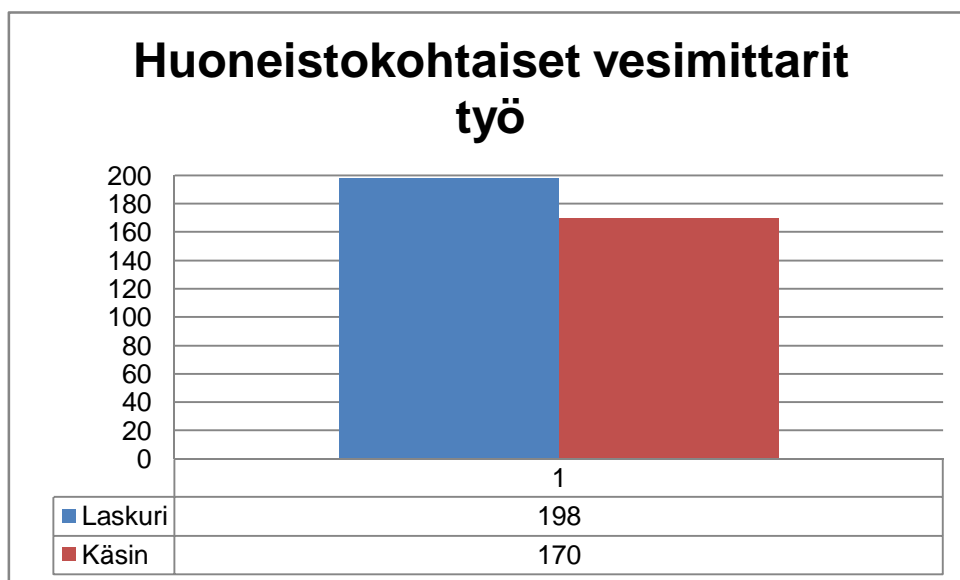
4.2.7 Huoneistokohtaiset vesimittarit

Tässä kohteessa suunnitelmiin oli määrätty langattomat etäluettavat huoneistokohtaiset vesimittarit. Vesimittareiden rahallinen summa koostuu itse mittareista, niiden etäluentatarvikkeista, käyttöönotosta jonka tekee toimittaja sekä mittariyhdistäjästä.



Kuva 29. Huoneistokohtaisten vesimittareiden materiaalin summat

Laskurilla saatava summa eroaa käsin lasketusta määrästä ja euromääräisestä summasta vähän. Eron suuruus on noin 3 300 euroa (kuva 29). Tämä ero on prosentuaalisesti 16 %. Yksittäisenä tapauksena eron suuruus on merkittävä, mutta kokonaisuuteen verrattuna en koe, että tällä olisi suurta merkitystä.

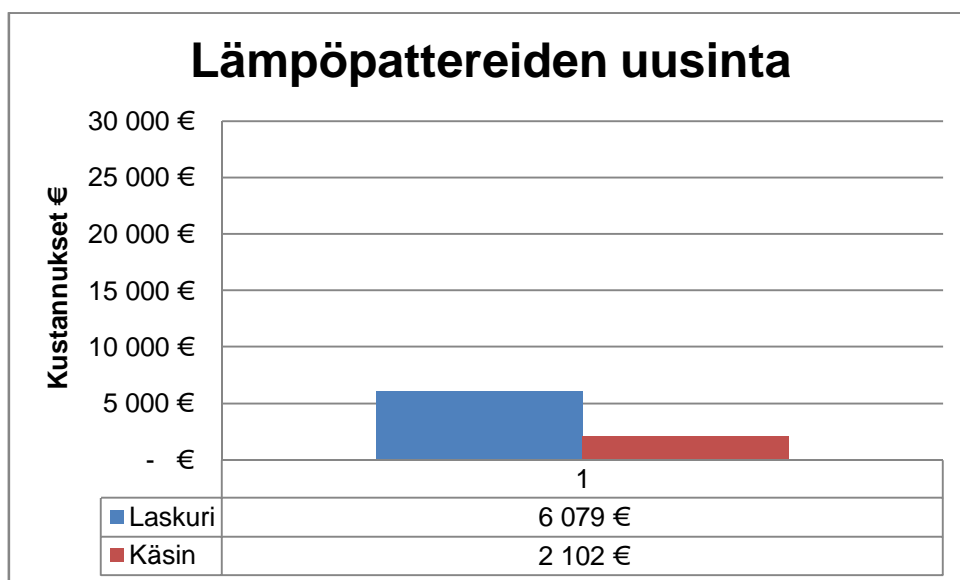


Kuva 30. Huoneistokohtaisten vesimittareiden työn suuruudet

Työ määräytyy työehtosopimusten mukaisista normituntikertoimista. Kuten ylempänä todettiin, saadaan laskurilla enemmän vesimittareita tässä kohteessa. Se vaikuttaa suoraan työn suuruuteen. Työn ero on 28 NH:n verran (kuva 30). Tämä on prosentuaalisesti 16 %. Tällä ei ole suurta merkitystä kokonaisuuteen.

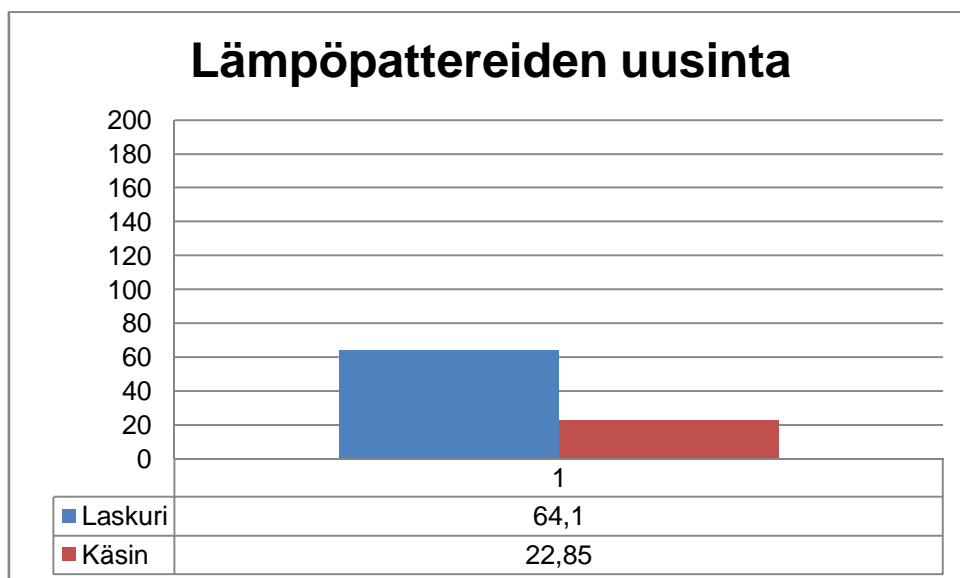
4.2.8 Lämpöpattereiden uusinta

Tässä kohteessa uusittiin muutamaan yleiseen tilaan lämpöpatteri. Lämpöpattereita lisättiin asuntoihin, joissa kylpyhuoneessa on ikkuna kylmän seinän puolella. Laskentaan syötettiin arvo "vähäinen lämpöpattereiden uusinta". Tämä tuottaa tässä laskennassa noin 40 patterin määrän. Pattereiden tyyppiä olen määrittänyt yleisimmin käytössä olevan patterin.



Kuva 31. Lämpöpattereiden uusinnan rahamäärät

Kuten kuvasta 31 nähdään on laskurilla saatava rahasumma yllättävän suuri verrattuna siihen, että patterit laskettaisiin käsin. Eroa laskentatavoille syntyy 4 000 euroa. Prosentuaalisesti ero on 189 %. Yksilötasolla tämä on aika suuri ero, mutta kokonaisuutena ei ole merkittävä.

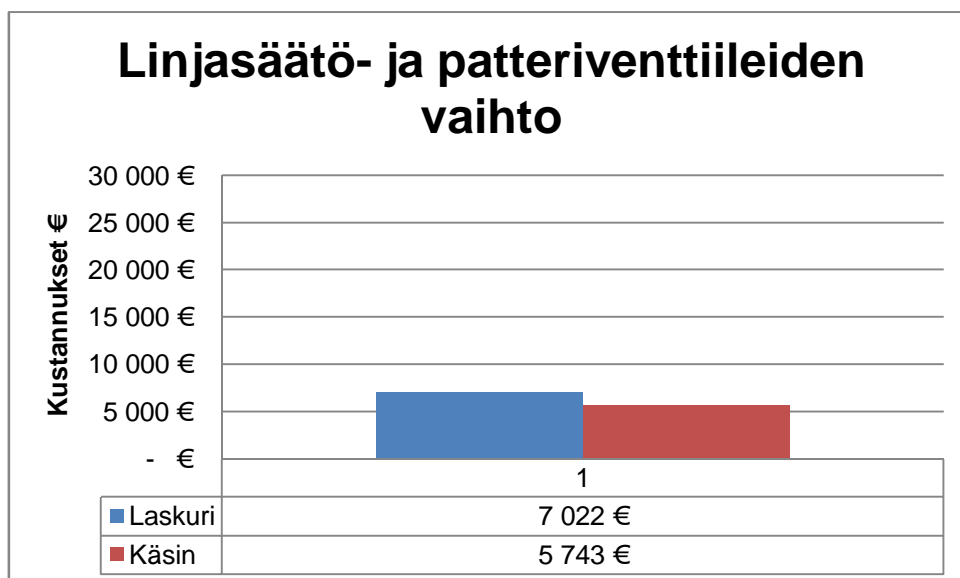


Kuva 32. Lämpöpattereiden uusinnan määrät

Lämpöpattereiden asennukselle on työehtosopimuksessa olemassa normituntikertoimet patterin painojen mukaan. Tässä osiossa laskuri laskee pattereita paljon enemmän verrattuna käsin laskentaan. Tämä näkyy suoraan työn määrässä korottavana vaikutuksena. Työn ero on 42 NH verran enemmän. Tämä on prosentuaalisesti 184 % liikaa. Eroa on lähes yhtä paljon kuin materiaalisakin.

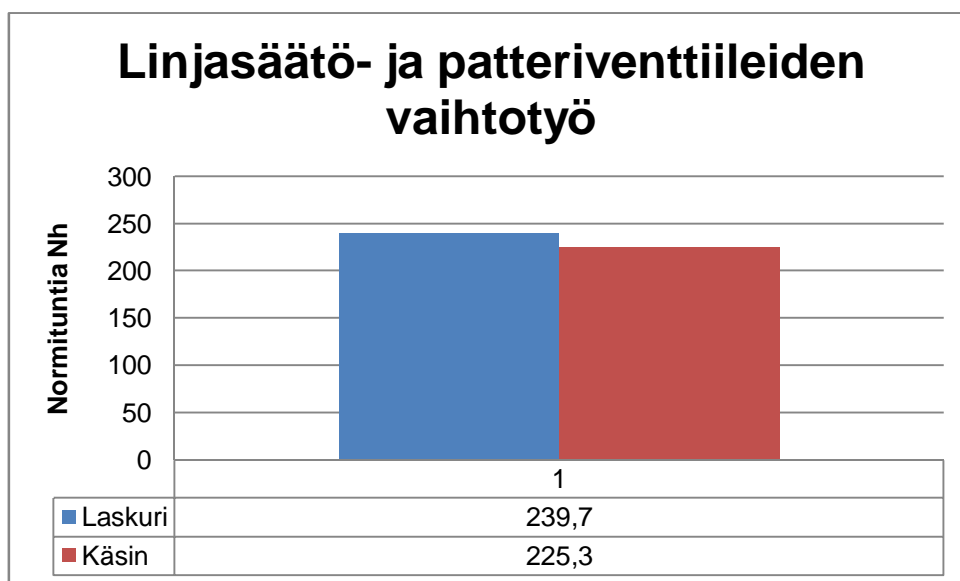
4.2.9 Linja- ja patteriventtiileiden uusinta

Suunnitteluasiakirjoissa oli tähän kohteeseen määrätty tehtäväksi lämpöjohtoverkoston linjaventtiilien ja yhdistäjien uusinta. Linjaventtiilit tasapainottavat lämpöjohtoverkostot keskenään. Niillä tehdään vedenkuljettamisesta yhtä vaikeaa niin lähellä oleviin pattereihin, kuin kaukana oleviinkin. Patteriventtiilit ja säätötulpat on määrätty myös vaihdettavaksi. Näiden töiden hinnat koostuvat venttiileistä sekä mahdollisista yhdistäjistä ja termostaateista.



Kuva 33. Venttiileiden vaihtotyön summat

Laskentaohjelman avulla sain erotukseksi 1 300 euroa liikaa (kuva 33). Tämä tarkoittaa noin 22 % ylitystä, verrattuna käsin laskettuun. Vaikutus ei ole merkittävä.



Kuva 34. Venttiileiden vaihtotyön tuntimäärät

Linja- ja patteriventtiileiden vaihtotyön erotukseksi sain 14 NH:n verran (kuva 14). Ero on prosentuaalisesti 6 %. Tämä on mielestäni vähäinen erotus, eikä vaikuta mihinkään.

5 Yhteenveto ja päätelmät

Suomessa olevan asuinrakennuskannan ikä on vanhaa. Tilastokeskuksen mukaan eniten kerrostaloja on rakennettu vuosina 1970–1980 [10]. Tämä näkyy kiihtyvänä remonttitrendinä. Tarve on mielestäni vasta kasvamassa. Siinä on tulevaisuudessa iso työ tehtäväksi. Tämä tarkoittaa automaattisesti sitä, että tarjouslaskentaa tullaan tekemään paljon ja mahdollisesti nopeassa tahdissa. Pikalaskentaohjelmalle on siis suuri tarve. Laskentaohjelmalla päästään lähelle todellisuutta, mutta mielestäni se ei ole tällä hetkellä täysin käyttövalmis vaan vaatii laskettavien kohteiden lisäanalysointia. Prosentuaaliset erot ovat suuria, mutta kokonaisuutta verrattaessa ero jälkimmäisessä kohteessa rahallisesti eivät ole suuria. Ero oli 5 % liikaa.

Mielestäni käsinlaskentaa tulee jatkaa vielä sekä mahdollisesti kehittää laskentaohjelmaa siinä samalla. Päästäksemme lähelle käsinlaskennan tarkkuutta tulee kohteita tutkia analyyttisesti sekä samalla tutkia yhteneväisyyksiä laskentakohteista.

Laskentaohjelman sisältö supistui työn edetessä. Alun perin tarkoituksena oli tehdä ohjelma, jolla voidaan arvioida niin kalusteiden määrää kuin kellareidenkin materiaaleja. Nämä osat eivät kuitenkaan toteutuneet putkistojen määrien vaihdellessa niin paljon kohteesta riippuen. Tämänhetkisellä osaamisellani en pysty tekemään sellaista laskuria niiden osalta.

Suurimmat erot materiaalien ja töiden osalta olivat ensimmäisen esimerkkikohteen vertailussa. Saneerauskohteiden työsisällöt saattavat olla keskenään hyvin erilaisia. Tämä näkyi mielestäni esimerkkikohteiden vertailussa. Mielestäni laskentaohjelmaa voidaan käyttää nopeisiin arviointeihin tällaisenaankin, mutta se vaatii vähän laskijan ammattitaitoa ja ajankäyttöä.

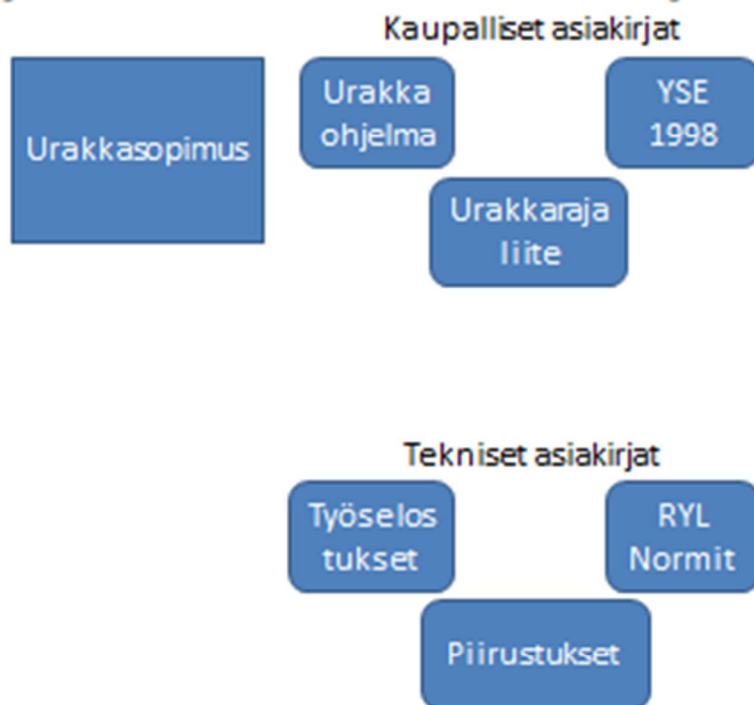
Lähteet

- 1 Rakennusyritysten korjaukset 2014. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<http://www.stat.fi/til/kora/2014/01/kora_2014_01_2015-11-05_tie_001_fi.html>
Luettu 7.12.2015.
- 2 Liitekuvio 1. Kerrostaloasuntojen ja omakotitalojen korjauksiin johtaneet syyt, prosenttiosuus vastanneista. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<http://www.stat.fi/til/kora/2014/02/kora_2014_02_2015-11-11_kuv_001_fi.html> Luettu 7.12.2015
- 3 Asunnon omistajat ja asunto-osakeyhtiöt korjasivat lähes kuudella miljardilla eurolla vuonna 2014. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<http://www.stat.fi/til/kora/2014/02/kora_2014_02_2015-11-11_tie_002_fi.html>
Luettu 7.12.2015
- 4 Anttilainen, Ari; Levamo, Heimo; Kouhia, Ilpo; Rahtola, Riikka; Soini, Katja; Terho, Sirkka. 2009. Työkalu putkiremonttiin – Opas taloyhtiölle. Sastamala: Vammalan kirjapaino.
- 5 Asuntoyhtiön vesijohtojen ja viemäreiden uusiminen 2003. Ohjetiedosto. LVI 03-10359. Rakennustieto Oy.
- 6 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 7 Caverion Suomi Oy:n Henkilöstöhaastattelut 1.5.2015–1.1.2016 välisenä aikana.
- 8 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Lisäasetus 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 9 Myönnettyjen rakennuslupien kuutiomäärä väheni elokuussa 8 prosenttia. 2014. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<http://www.stat.fi/til/ras/2014/08/ras_2014_08_2014-10-22_tie_001_fi.html>
Luettu 19.1.2016
- 10 Asuntokanta 2014. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<http://www.stat.fi/til/asas/2014/01/asas_2014_01_2015-10-14_kat_001_fi.html> Luettu 19.1.2016
- 11 Asbestisairaudet. Verkkodokumentti. Hengitysliitto.
<<http://www.hengitysliitto.fi/fi/hengityssairaudet/asbestisairaudet>> Luettu 4.3.2016

Liite 1. Korjaushankkeen keskeiset asiakirjat

Kuvassa esitetty kuvitteellisesti keskeisiä asiakirjoja

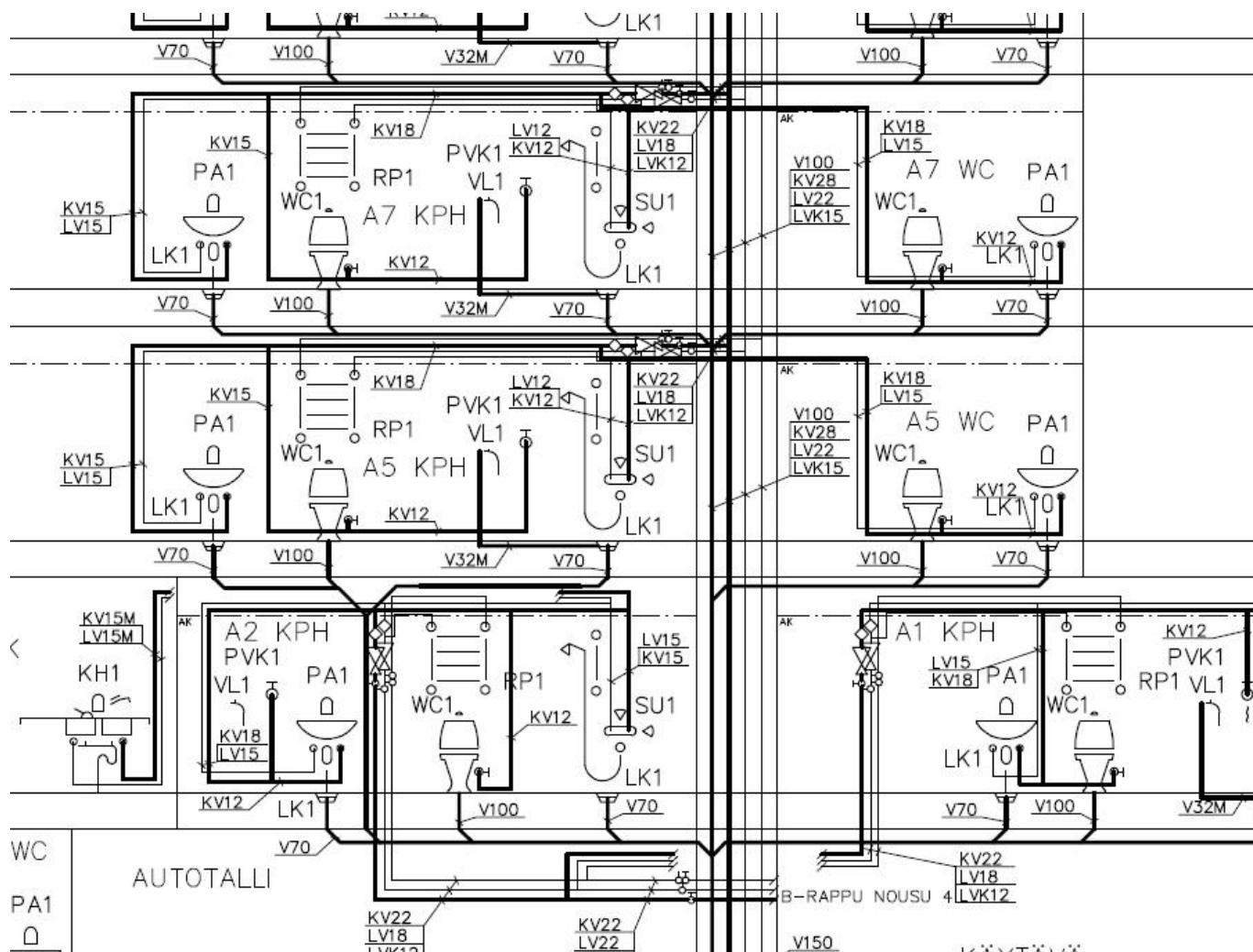
Korjaushankkeen keskeiset tarjousasiakirjat



(Lähde: Jari Kuosa: Korjausrakentamisen hyvät toimintatavat. VTT ja Rakennusteollisuus RT ry, 2002)

Liite 2. LVI-suunnitelmien linjapiirustuksen malli.

Liitteessä esitetty linjapiirustuksen malli.



Liite 3. Mallikylpyhuoneen projektio

Kuvassa esitetty kromattujen kuparien asennusta.

